



TUGAS AKHIR - SS 145561

**PEMODELAN PENYAKIT TUBERKULOSIS (TB) DI KOTA
SURABAYA TAHUN 2013 DENGAN METODE
*GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION***

NAZMATUZ ZAHIROH
NRP 1312 030 066

Dosen Pembimbing
Dr. Purhadi, M.Sc

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN STATISTIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - SS 145561

MODELLING OF TUBERCULOSIS DISEASE IN SURABAYA 2013 USING GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION

NAZMATUZ ZAHIROH
NRP 1312 030 066

Supervisor
Dr. Purhadi, M.Sc

DIPLOMA III STUDY PROGRAM
DEPARTMENT OF STATISTICS
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN PENYAKIT TUBERKULOSIS (TB) DI KOTA SURABAYA TAHUN 2013 DENGAN METODE *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION*

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi Diploma III Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

NAZMATUZ ZAHIROH
NRP. 1312 030 066

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

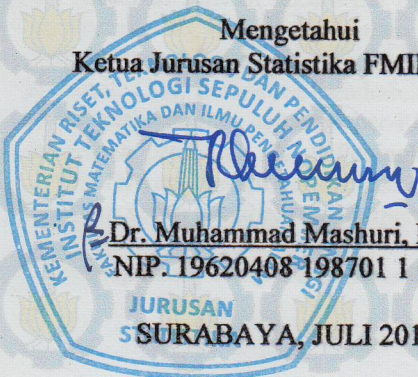
Dr. Purnadi, M.Sc.

NIP. 19620204 198701 1 001

)

Mengetahui

Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS



Dr. Muhammad Mashuri, MT.

NIP. 19620408 198701 1 001

JURUSAN
SURABAYA, JULI 2015

**PEMODELAN PENYAKIT TUBERKULOSIS (TB) DI
KOTA SURABAYA TAHUN 2013 DENGAN METODE
GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON
REGRESSION**

Nama Mahasiswa : Nazmatuz Zahiroh
NRP : 1312 030 066
Program Studi : Diploma III
Jurusan : Statistika FMIPA-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Purnadi, M.Sc

Abstrak

Tuberkulosis (TB) adalah penyakit menular yang langsung disebabkan oleh kuman TB (*Mycobacterium tuberculosis*) yang sebagian besar menyerang paru-paru. Data total kasus TB menurut kabupaten/kota tahun 2012 mencatat bahwa total kasus TB tertinggi di Jawa Timur terdapat pada Kota Surabaya. Penelitian ini ingin mendapatkan model jumlah penderita TB di Surabaya berdasarkan kecamatan dengan menggunakan metode *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR) untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita TB di Surabaya tahun 2013. Melalui pemodelan menggunakan regresi Poisson diperoleh hasil bahwa terjadi kasus over-dispersi sehingga pemodelan regresi binomial negatif dilakukan untuk mengatasinya. Hasil pemodelan dengan metode GWPR menunjukkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita TB yang terjadi secara global di seluruh kecamatan di Kota Surabaya meliputi persentase penduduk yang berusia ≥ 65 tahun (X_1), rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk (X_2), persentase rumah tangga yang memiliki air bersih (X_4), persentase penduduk yang terkena AIDS per kecamatan (X_5), rasio jumlah keluarga ber-PHBS per 1000 penduduk (X_6), dan kepadatan penduduk (X_{10}). Peningkatan maupun penurunan jumlah penderita TB yang terjadi per kecamatan di Surabaya tergantung pada nilai koefisien setiap variabel yang berpengaruh.

Kata kunci: *Geographically Weighted Poisson Regression*, Tuberkulosis

MODELLING OF TUBERCULOSIS DISEASE IN SURABAYA 2013 USING GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION

Student Name : Nazmatuz Zahiroh
NRP : 1312 030 066
Programme : Diploma III
Department : Statistics FMIPA-ITS
Academic Supervisor : Dr. Purhadi, M.Sc

Abstract

Tuberculosis (TB) is an infectious disease directly caused by TB germs (Mycobacterium tuberculosis) which mostly attacks the lungs. Data on the total cases of TB according to district / city noted that the highest total cases of TB in East Java are on Surabaya City. This study aims to get a model of the number of TB patients in Surabaya based te district by using Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR) to determine the factors that influence the number of TB patients at Surabaya in 2013. Through the modelling of Poisson regression shows that there is overdispersion cases, till the modelling of negative binomial regression used to overcome them. The modelling result with GWPR method shows the factors that influence the number of patients with TB that occurred globally in all districts at Surabaya are the percentage of the population aged ≥ 65 years (X_1), ratio the number of health facilities from 1000 population (X_2), the percentage of households that have clean water (X_4), the percentage of people with AIDS by district (X_5), ratio the number of families living clean and healthy behavior (PHBS) from 1000 population (X_6), and population density (X_{10}). Increase or decrease in the number of TB cases occurring per sub-district in Surabaya depending on the coefficient value of each variable influential.

Keywords : *Geographically Weighted Poisson Regression, Tuberculosis*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin,

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, ridho, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“PEMODELAN PENYAKIT TUBERKULOSIS (TB) DI KOTA SURABAYA TAHUN 2013 DENGAN METODE *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION*”**. Sholawat serta salam semoga tetap terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan terbaik bagi seluruh ummat.

Keberhasilan penyelesaian laporan tugas akhir ini bukan hanya karena usaha dari penulis, tetapi juga tidak terlepas dari partisipasi dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Purhadi, M.Sc selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan ilmu, perhatian, bimbingan dan pengarahan dengan begitu baik selama menyelesaikan Tugas Akhir ini dan semoga senantiasa diberkahi oleh-Nya.
2. Ibu Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si dan Ibu Shofi Andari, S.Stat, M.Si selaku dosen penguji atas ilmu, saran, masukan dan koreksinya untuk kesempurnaan laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si selaku dosen validator atas saran dan koreksinya untuk kelayakan data dan kebenaran proses pengolahan data dalam tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, MT selaku Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS.
5. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT selaku Kaprodi DIII Statistika FMIPA-ITS atas perhatian dan pengarahannya selama ini.
6. Ibu Dr. Vita Ratnasari, S.Si, M.Si selaku dosen wali dan seluruh Bapak-Ibu dosen Statistika atas segala bimbingan dan ilmu yang telah diberikan, serta seluruh staf dan karyawan Jurusan Statistika ITS atas pelayanannya selama ini.

7. Ibu, Bapak, saudara dan keluarga besar tercinta atas limpahan kasih sayang, doa, dukungan, dan semangatnya yang tiada henti bagi penulis.
8. Mas Wahendra Pratama, Mbak Riza Inayah, Mbak Efta Dhartikasari P, dan Mbak Rida Dwi Lestari selaku kakak kelas yang telah mengajari tentang teori dan analisis metode Regresi Poisson, Binomial Negatif, dan GWPR menggunakan *software* serta Ardi 'ftsp atas data koordinat Lintang Bujur per kecamatan di Kota Surabaya yang diberikan.
9. Keluarga kabinet HIMADATA-ITS 2014/2015 yang telah memberikan dukungan dan semangatnya selama satu tahun kepengurusan ini.
10. Teman seperjuangan 'wisuda 112' dan $\Sigma 23$ yang tidak mampu disebutkan satu per satu. Terima kasih atas bantuan dan semangatnya selama kurang lebih 3 tahun ini.
11. Dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan dari semua pihak untuk perbaikan yang membangun. Besar harapan penulis agar informasi sekecil apapun dalam tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TITLE PAGE	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Statistika Deskriptif.....	5
2.2 Multikolinieritas	6
2.3 Distribusi Poisson.....	7
2.4 Regresi Poisson	8
2.4.1 Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson	8
2.4.2 Pengujian Parameter Model Regresi Poisson	11
2.5 Deteksi Overdispersi pada Regresi Poisson	12
2.6 Regresi Binomial Negatif.....	13
2.6.1 Penaksiran Parameter Regresi Binomial Negatif	14
2.6.2 Pengujian Parameter Regresi Binomial Negatif.....	14
2.7 Pengujian Data Spasial	15

2.7.1 Pengujian Dependensi Spasial	15
2.7.2 Pengujian Heterogenitas Spasial	16
2.8 <i>Geographically Weighted Poisson Regression</i> (GWPR).....	17
2.8.1 Penaksiran Parameter Model GWPR	18
2.8.2 Uji Hipotesis Model GWPR.....	20
2.9 Tuberkulosis	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data	25
3.2 Variabel Penelitian.....	25
3.3 Langkah Analisis	28
3.4 Diagram Alir.....	30
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Dekscripsi Jumlah Kasus Tuberkulosis di Surabaya Tahun 2013	33
4.2 Deteksi Multikolinieritas	46
4.3 Pemodelan Regresi Poisson.....	48
4.4 Pemeriksaan Overdispersi	50
4.5 Pemodelan Regresi Binomial Negatif.....	51
4.6 Pengujian Aspek Data Spasial	54
4.7 Pemodelan GWPR.....	56
4.7.1 Uji Kesamaan Model Regresi Poisson dengan GWPR.....	58
4.7.2 Uji Serentak Parameter Model GWPR.....	59
4.7.3 Uji Parsial Parameter Model GWPR.....	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	73
BIODATA PENULIS	99

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	25
Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian.....	28
Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Variabel Penelitian.....	34
Tabel 4.2 Nilai VIF Setiap Variabel Prediktor	47
Tabel 4.3 Nilai <i>Eigen</i> Setiap Variabel Prediktor.....	47
Tabel 4.4 Estimasi Parameter Model Regresi Poisson	48
Tabel 4.5 Nilai Initial θ	51
Tabel 4.6 Estimasi Parameter Model Regresi Binomial Negatif	52
Tabel 4.7 Jarak <i>Euclid</i> dan Pembobot GWPR dengan Fungsi Kernel <i>Fixed Gaussian</i>	57
Tabel 4.8 Uji Kesamaan Model Regresi Poisson dengan GWPR	58
Tabel 4.9 Uji Parsial Model GWPR pada Kecamatan Sawahan	60
Tabel 4.10 Variabel yang Signifikan pada Model GWPR dengan Pembobot Fungsi Kernel <i>Fixed Gaussian</i>	62
Tabel 4.11 Pengelompokkan Kecamatan Menurut Kesamaan Variabel yang Signifikan pada Model GWPR	64

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram Alir	30
Gambar 4.1 Persebaran jumlah penderita TB di Kota Surabaya (Y)	36
Gambar 4.2 Persebaran persentase penduduk berusia ≥ 65 tahun (X_1)	37
Gambar 4.3 Persebaran rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk (X_2).....	38
Gambar 4.4 Persebaran persentase rumah sehat (X_3)..	39
Gambar 4.5 Persebaran persentase rumah tangga yang memiliki air bersih (X_4)	40
Gambar 4.6 Persebaran persentase penduduk menderita AIDS (X_5)	41
Gambar 4.7 Persebaran rasio jumlah keluarga ber-PHBS per 1000 penduduk (X_6).....	42
Gambar 4.8 Persebaran rasio jumlah tenaga medis per 1000 penduduk (X_7).....	43
Gambar 4.9 Persebaran persentase kegiatan STBM pilar 1 (X_8)	44
Gambar 4.10 Persebaran persentase kegiatan penyu-luhan tentang kesehatan (X_9)	45
Gambar 4.11 Persebaran kepadatan penduduk (X_{10}).....	46
Gambar 4.12 Kelompok Kecamatan Menurut Variabel yang Signifikan	66

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Penelitian.....	73
Lampiran 2. Statistika Deskriptif	76
Lampiran 3. Matriks Korelasi 10 Variabel Bebas.....	76
Lampiran 4. Nilai VIF 10 Variabel Bebas	77
Lampiran 5. Nilai <i>Eigen</i> Minimum 10 Variabel Bebas	77
Lampiran 6. Hasil Analisis Regresi Poisson	78
Lampiran 7. Hasil Analisis Regresi Binomial Negatif	79
Lampiran 8. Hasil Uji Heterogenitas Spasial	81
Lampiran 9. Hasil Uji Dependensi Spasial	81
Lampiran 10. Hasil <i>Bandwidth</i> dengan Fungsi Kernel <i>Fixed Gaussian</i> pada Program GWR 4.0	82
Lampiran 11. Jarak <i>Euclid</i> dan Pembobot dengan Fungsi Kernel <i>Fixed Gaussian</i>	83
Lampiran 12. Hasil Pengujian Model GWPR dengan Pembobot Fungsi Kernel <i>Fixed Gaussian</i>	91
Lampiran 13. Estimasi Parameter Model GWPR dengan Pembobot Fungsi Kernel <i>Fixed Gaussian</i>	93

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tuberkulosis (TB) adalah penyakit menular yang langsung disebabkan oleh kuman TB (*Mycobacterium tuberculosis*), kuman TB sebagian besar menyerang paru-paru tetapi dapat juga menyerang organ tubuh lainnya. Kuman tersebut berbentuk batang, mempunyai sifat khusus yaitu tahan terhadap asam pada pewarnaan, oleh karena itu kuman ini disebut pula sebagai basil tahan asam (BTA). Sumber penularan TB adalah penderita TB BTA positif. Pada waktu batuk atau bersin, penderita menyebarkan kuman ke udara dalam bentuk droplet (percikan dahak). Seseorang dapat terinfeksi TB jika droplet tersebut terhirup ke dalam saluran pernapasan. Kemungkinan seseorang terinfeksi TB ditentukan oleh konsentrasi droplet dalam udara dan lamanya menghirup udara tersebut (Suryo, 2010).

Menurut Statistik Indonesia 2014 (*Statistical Yearbook of Indonesia 2014*), penyakit TB Paru (*tuberculosis*) masuk ke dalam tiga besar jumlah kasus tertinggi menurut provinsi dan jenis penyakit tahun 2012 yaitu sebanyak 321.308 kasus. Pada sejumlah kasus tersebut, Provinsi Jawa Timur menduduki peringkat kedua terbesar dengan 41.571 kasus. Data total kasus TB menurut kabupaten/kota tahun 2012 mencatat bahwa total kasus TB tertinggi di Jawa Timur terdapat pada Kota Surabaya sebesar 4.212 kasus dengan jumlah kematian penderita TB tertinggi kedua yaitu 95 jiwa (Dinkes RI, 2012). Dalam hal ini, faktor lingkungan penderita yaitu lingkungan perumahan dan tempat kerja memberikan peran yang besar sebagai media penularan penyakit dan dapat menurunkan kualitas faal paru karena adanya pencemaran debu yang tinggi serta buruknya ventilasi dan kebersihan baik di lingkungan perumahan atau tempat kerja.

Berdasarkan penelitian Lestari (2014), variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus tuberkulosis di

seluruh kabupaten/kota di Jawa Timur adalah persentase penduduk usia produktif, persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis, dan persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis. Menurut penelitian yang dilakukan Gultom (2014), terdapat empat faktor penyebab penyakit tuberkulosis di kota Surabaya menggunakan analisis faktor yaitu dampak lingkungan terhadap kesehatan, fasilitas kesehatan, kualitas hidup dan kekurangan gizi yang menghasilkan tiga kelompok yaitu daerah rawan penyebaran penyakit, bebas penyebaran penyakit, dan kerawanan penyakit tertinggi yang dijadikan sebagai dasar penetapan variabel dalam penelitian ini.

Mengacu pada hasil penelitian Gultom (2014) tersebut menunjukkan bahwa terdapat tiga kelompok daerah dengan tingkat penyebaran penyakit tuberkulosis yang berbeda-beda berdasarkan faktor penyebab penyakit tuberkulosis di Kota Surabaya yang mengindikasikan adanya faktor spasial bahwa terdapat satu variabel yang berpengaruh terhadap jumlah penderita TB di sekelompok kecamatan, namun variabel tersebut tidak berpengaruh terhadap jumlah penderita TB di sekelompok kecamatan lain. Salah satu metode statistika yang dapat digunakan untuk menganalisis data spasial yang memperhatikan lokasi geografis dan variabel respon yang berupa data jumlahan adalah metode pemodelan *geographically weighted poisson regression* (GWPR). Model GWPR merupakan bentuk lokal dari regresi poisson yang menghasilkan penaksir parameter model yang bersifat lokal untuk setiap titik atau lokasi dimana data tersebut dikumpulkan dengan asumsi distribusi poisson pada data sudah terpenuhi.

Terkait dengan fenomena TB di Indonesia yang ditandai oleh beberapa penelitian tentang faktor-faktor pengaruh TB dengan mempertimbangkan dependensi wilayah/spasial telah beberapa kali dilakukan untuk wilayah Jawa Timur, di antaranya adalah penelitian Rani (2011) yang menghasilkan kesimpulan bahwa variabel yang berpengaruh terhadap jumlah penderita TB di Jawa Timur adalah penduduk laki-laki, jumlah sarana

kesehatan, persentase jumlah rumah tangga yang memiliki rumah sehat, persentase rumah tangga yang memiliki air bersih, dan persentase penduduk yang terkena AIDS di tiap kabupaten/kota. Oleh karena itu peneliti ingin mengetahui karakteristik penyebaran dari penyakit TB di Surabaya berdasarkan ukuran pemusatan dan penyebarannya dengan pemetaan variabel per kecamatan serta mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi jumlah penderita TB tersebut untuk setiap kelompok kecamatan dengan metode GWPR sehingga didapatkan karakteristik penyebaran penyakit TB per kecamatan dan beberapa model yang berisi faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah penderita TB di Surabaya pada tahun 2013.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik dan pemetaan jumlah penderita TB di Surabaya dengan variabel prediktor yang diduga mempengaruhinya?
2. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita TB berdasarkan kecamatan di Surabaya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini berdasarkan rumusan permasalahan yang telah ditentukan adalah sebagai berikut.

1. Mendapatkan karakteristik dan pemetaan jumlah penderita TB di Surabaya dengan variabel prediktor yang diduga mempengaruhinya.
2. Mendapatkan model jumlah penderita TB di Surabaya berdasarkan kecamatan dengan menggunakan metode GWPR untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita TB di Surabaya tahun 2013.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian yang dilakukan diantaranya.

1. Bagi peneliti dapat memberikan wawasan pengetahuan tentang penyakit tuberkulosis serta memberikan pemahaman mengenai metode *geographically weighted poisson regression* (GWPR) beserta aplikasinya secara langsung.
2. Bagi masyarakat dapat memberikan tambahan informasi penting tentang faktor-faktor yang berhubungan dengan tuberkulosis sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu bentuk peringatan sedini mungkin untuk pencegahan penyakit tuberkulosis.
3. Bagi pemerintah dapat memberikan informasi tentang faktor penyebab jumlah penderita TB di Surabaya pada setiap kecamatan sehingga dapat dijadikan sebagai acuan pengambilan kebijakan oleh pemerintah Kota Surabaya dalam mengurangi jumlah penderita TB dengan mempertimbangkan karakteristik kondisi lingkungan untuk setiap kecamatan.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini menggunakan data jumlah penderita TB di Surabaya pada tahun 2013 dengan 10 variabel yang diduga berpengaruh terhadap jumlah penderita TB di Surabaya dan pembobotan yang digunakan adalah fungsi kernel gauss (*gauss kernel function*).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Menurut Sugiyono (2004) analisis deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi. Dalam statistika deskriptif, terdapat 2 jenis ukuran data yaitu ukuran pemusatan (Rata-rata, Median, dan Modus) dan penyebaran data (*Range*, Varians, dan Standar Deviasi) yang didefinisikan sebagai berikut.

a. *Mean*

Mean adalah nilai rata-rata dari beberapa buah data. Definisi lain dari mean adalah jumlah seluruh data dibagi dengan banyaknya data. Dengan kata lain jika kita memiliki n data sebagai berikut maka *mean* data tersebut dapat kita tuliskan sebagai berikut.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.1)$$

b. Varians

Varians merupakan jumlah kuadrat semua deviasi nilai-nilai individual terhadap rata-rata kelompok. Jika kita memiliki n observasi yaitu x_1, x_2, \dots, x_n dan diketahui \bar{x} yang merupakan rata-rata dari sampel, maka rumus yang digunakan untuk menghitung varians adalah sebagai berikut.

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2.2)$$

c. Minimum dan Maksimum

Minimum adalah nilai terendah dari suatu data. Sedangkan maksimum adalah nilai tertinggi dari suatu data.

2.2 Multikolinieritas

Multikolinearitas berarti terjadi korelasi yang kuat (hampir sempurna) antar variabel prediktor atau terdapatnya lebih dari satu hubungan linier pasti, dan istilah kolinearitas berkenaan dengan terdapatnya satu hubungan linier (Draper and Smith, 1992). Ada tiga kriteria yang digunakan untuk mendeteksi kolinieritas antar variabel prediktor yaitu (Hocking, 2003):

a. Nilai VIF (*Variance Inflation Factor*)

Nilai VIF menunjukkan semua faktor lain yang mempengaruhi ketidakpastian dalam koefisien penaksir parameter. Multikolinearitas dapat diduga dari tingginya nilai VIF atau pada umumnya > 10 . VIF dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad ; j = 1, 2, \dots, k \quad (2.3)$$

dengan,

R_j^2 : nilai koefisien determinasi antara variabel x_j dengan variabel x lainnya dengan rumus :

$$R_j^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2.4)$$

b. Koefisien Korelasi

Multikolinieritas dapat diduga dari nilai korelasi antar variabel prediktor yang lebih besar dari 0,95 ($r_{jj^*} > 0,95$). Nilai koefisien korelasi diperoleh dengan rumus sebagai berikut.

$$r_{jj^*} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_{ji})(x_{j^*i} - \bar{x}_{j^*i})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_{ji})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{j^*i} - \bar{x}_{j^*i})^2}} \quad (2.5)$$

dimana, $j, j^* = 1, 2, \dots, k$

c. *Eigen Value*

Multikolinieritas dapat diduga dari nilai eigen minimum untuk matriks korelasi antar variabel prediktor kurang dari 0,05 ($\lambda_{min} < 0,05$). Nilai eigen minimum dari matriks korelasi diperoleh dengan rumus berikut.

$$|\mathbf{R} - \lambda \mathbf{I}| = 0 \quad (2.6)$$

dimana \mathbf{R} adalah matriks korelasi, \mathbf{I} adalah matriks identitas yang berukuran $n \times n$, dan λ adalah nilai *eigen* yang dicari.

2.3 Distribusi Poisson

Percobaan yang menghasilkan nilai-nilai bagi suatu peubah acak X yaitu banyaknya hasil percobaan yang terjadi selama selang waktu tertentu di daerah tertentu biasa disebut percobaan Poisson (Walpole, 1995).

Distribusi Poisson memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

1. Banyaknya hasil percobaan yang terjadi dalam suatu selang waktu atau suatu daerah tertentu, tidak tergantung pada banyaknya hasil percobaan yang terjadi pada selang waktu atau daerah lain yang terpisah.
2. Peluang terjadinya satu hasil percobaan selama suatu selang waktu yang singkat sekali atau dalam suatu daerah yang kecil. Sebanding dengan panjang selang waktu tersebut atau besarnya daerah tersebut dan tidak bergantung pada banyak hasil percobaan yang terjadi diluar selang waktu dan daerah tertentu.
3. Peluang bahwa lebih dari satu hasil percobaan akan terjadi dalam selang waktu yang singkat tersebut atau dalam daerah yang kecil tersebut dapat diabaikan.

Probabilitas dari y yang menyatakan banyaknya hasil percobaan yang terjadi selama suatu selang waktu atau daerah tertentu yang berdistribusi Poisson dapat diketahui dengan formulasi sebagai berikut.

$$f(y; \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!} \quad , y = 0, 1, 2, \dots \quad (2.7)$$

Dengan μ adalah *mean* dan varians distribusi Poisson. Parameter μ sangat bergantung pada unit tertentu atau periode waktu tertentu, jarak, luas, volume, dan lain sebagainya. Distribusi Poisson digunakan untuk memodelkan kejadian yang relatif jarang terjadi selama periode waktu yang dipilih.

2.4 Regresi Poisson

Regresi Poisson merupakan salah satu jenis analisis regresi yang digunakan untuk menganalisis variabel respon bertipe diskrit dan data jumlahan. Metode ini biasanya diterapkan pada penelitian kesehatan masyarakat, biologi, dan teknik dimana observabel responnya (y) berupa cacahan objek yang merupakan fungsi dari sejumlah karakteristik tertentu (x) (Agresti, 2002).

Distribusi Poisson digunakan untuk memodelkan kejadian yang relatif jarang terjadi selama periode waktu yang dipilih. Pada model regresi Poisson, fungsi yang digunakan adalah log yaitu $\ln(\mu_i) = \eta_i$, sehingga fungsi hubungan untuk model regresi Poisson jika X_1, X_2, \dots, X_K adalah variabel prediktor mempunyai persamaan seperti pada Persamaan (2.8) dan (2.9) berikut.

$$\ln(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} \quad (2.8)$$

$$\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) \quad (2.9)$$

dengan,

$$\mathbf{x}_i = [1 \quad X_{1i} \quad X_{2i} \quad \dots \quad X_{ki}]^T \text{ dan}$$

$$\boldsymbol{\beta} = [\beta_0 \quad \beta_1 \quad \beta_2 \quad \dots \quad \beta_k]$$

dimana i merupakan unit observasi yaitu $i = 1, 2, \dots, n$.

2.4.1 Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson

Penaksiran parameter model regresi Poisson dilakukan dengan menggunakan metode *maximum likelihood estimation* (MLE) yaitu dengan cara memaksimumkan fungsi *likelihood*. Dalam regresi Poisson, parameter yang ditaksir adalah $\boldsymbol{\beta}$ dengan hasil taksiran disimbolkan sebagai $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ yang merupakan penyelesaian dari turunan pertama fungsi logaritma *likelihood*

dari regresi Poisson dengan $\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})$. Fungsi *likelihood* dari regresi Poisson yaitu

$$\begin{aligned} L(\boldsymbol{\beta}) &= \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \\ &= \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})^{y_i}}{y_i!} \end{aligned} \quad (2.10)$$

Sehingga fungsi *ln likelihood* dari regresi Poisson adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \ln L(\boldsymbol{\beta}) &= \ln \left[\prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})^{y_i}}{y_i!} \right] \\ &= \sum_{i=1}^n \ln \left[\frac{\exp(-\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})^{y_i}}{y_i!} \right] \\ &= \sum_{i=1}^n \left[\ln(e^{-e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}}}) + \ln(e^{(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})^{y_i}}) - \ln(y_i!) \right] \\ &= \sum_{i=1}^n \left(-e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}} + y_i \ln(e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}}) - \ln(y_i!) \right) \\ &= -\sum_{i=1}^n e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}} + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!) \end{aligned} \quad (2.11)$$

Selanjutnya Persamaan (2.11) diturunkan terhadap $\boldsymbol{\beta}^T$ menjadi sebagai berikut.

$$\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}^T} = -\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i \quad (2.12)$$

Kemudian Persamaan (2.12) disamadengankan nol untuk mendapatkan penyelesaiannya. Akan tetapi, penyelesaian dengan cara tersebut seringkali tidak mendapatkan hasil yang eksplisit sehingga alternatif yang bisa digunakan untuk mendapatkan

penyelesaian dari MLE adalah dengan metode iterasi numerik *Newton-Raphson*. Algoritma untuk optimalisasi metode *Newton-Raphson* adalah sebagai berikut (Cameron dan Travedi, 1998).

1. Menentukan nilai taksiran awal parameter $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)}$ yang diperoleh dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS) yaitu :

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{y}$$

dengan

$$\mathbf{X}_{n \times (k+1)} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & \cdots & X_{k1} \\ 1 & X_{12} & \cdots & X_{k2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{1n} & \cdots & X_{kn} \end{bmatrix} \text{ dan } \mathbf{y} = [y_1 \quad y_2 \quad \cdots \quad y_n]^T$$

2. Membentuk vektor gradien \mathbf{g}

$$\mathbf{g}\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(m)}^{(k+1) \times 1} = \left[\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0} \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1} \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_2} \cdots \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_k} \right]_{\boldsymbol{\beta} = \hat{\boldsymbol{\beta}}_{(m)}}$$

dimana k adalah banyaknya parameter yang ditaksir.

3. Membentuk matriks Hessian \mathbf{H}

$$\mathbf{H}\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(m)}^{(k+1) \times (k+1)} = \left[\begin{array}{cccc} \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0^2} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0 \partial \beta_1} & \cdots & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0 \partial \beta_k} \\ \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0 \partial \beta_1} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1^2} & \cdots & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1 \partial \beta_k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0 \partial \beta_k} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1 \partial \beta_k} & \cdots & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_k^2} \end{array} \right]_{\boldsymbol{\beta} = \hat{\boldsymbol{\beta}}_{(m)}}$$

$$\text{dengan } \text{Var}(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = -\mathbf{H}^{-1}(\hat{\boldsymbol{\beta}})$$

4. Memasukkan nilai $\hat{\beta}_{(0)}$ ke dalam elemen-elemen vektor \mathbf{g} dan matriks \mathbf{H} , sehingga diperoleh vektor $\mathbf{g}(\hat{\beta}_{(0)})$ dan matriks $\mathbf{H}(\hat{\beta}_{(0)})$
5. Melakukan proses iterasi mulai dari $m = 0$ pada persamaan:

$$\hat{\beta}_{(m+1)} = \hat{\beta}_{(m)} - \mathbf{H}_{(m)}^{-1} \mathbf{g}_{(m)}$$
 Nilai $\hat{\beta}_{(m)}$ merupakan sekumpulan penaksir parameter yang konvergen pada iterasi ke- m .
6. Jika parameter yang didapatkan belum konvergen, maka dilakukan kembali iterasi langkah ke-5 hingga iterasi ke $m = m+1$. Iterasi berhenti pada keadaan konvergen dimana $\|\hat{\beta}_{(m+1)} - \hat{\beta}_{(m)}\| \leq \varepsilon$, ε merupakan bilangan yang sangat kecil.

2.4.2 Pengujian Parameter Model Regresi Poisson

Untuk menguji kelayakan model regresi Poisson, terlebih dahulu ditentukan dua buah fungsi *likelihood* meliputi $L(\hat{\Omega})$ yaitu nilai *likelihood* untuk model lengkap dengan melibatkan variabel prediktor dan $L(\hat{\omega})$ yaitu nilai *likelihood* untuk model sederhana tanpa melibatkan variabel prediktor. Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan statistik uji dalam pengujian parameter model regresi Poisson secara serentak adalah dengan menggunakan metode *maximum likelihood ratio test* (MLRT) dengan hipotesis.

- H_0 : $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$ (semua parameter tidak berpengaruh signifikan)
- H_1 : paling sedikit ada satu j sehingga $\beta_j \neq 0$ dengan $j = 1, 2, \dots, k$ (paling tidak ada satu parameter yang berpengaruh signifikan)

Dengan statistik uji sebagai berikut.

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) \quad (2.13)$$

Keputusan yang akan diambil adalah tolak H_0 jika $D(\hat{\beta}) > \chi_{\alpha, k}^2$ dengan k adalah banyaknya parameter model dibawah populasi dikurangi dengan banyaknya parameter dibawah H_0 . Parameter model regresi Poisson yang telah dihasilkan dari estimasi parameter belum tentu mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap model. Untuk itu perlu dilakukan pengujian terhadap parameter model regresi Poisson secara parsial dengan menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$H_0: \beta_j = 0$ (pengaruh variabel ke- j tidak signifikan)

$H_1: \beta_j \neq 0$ (pengaruh variabel ke- j signifikan)

Statistik uji yang digunakan yaitu:

$$Z_{hit} = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \quad (2.14)$$

$(SE(\hat{\beta}_j))^2$ didapat dari elemen diagonal ke $(j+1)$ dari $Var(\hat{\beta}) = -E[\mathbf{H}^{-1}(\hat{\beta})]$. Keputusan yang akan diambil adalah tolak H_0 jika $|Z_{hit}| > Z_{\alpha/2}$ dimana α adalah tingkat signifikansi yang digunakan.

2.5 Deteksi Overdispersi pada Regresi Poisson

Regresi Poisson dikatakan overdispersi apabila nilai variansnya lebih besar dari nilai rata-ratanya. Jika pada kasus overdispersi dilakukan penyelesaian dengan metode regresi Poisson, maka akan diperoleh suatu kesimpulan yang tidak valid karena nilai *standart error* menjadi *underestimate*. Hal ini disebabkan karena parameter koefisien regresi yang dihasilkan

dari regresi Poisson tidak efisien meskipun koefisien regresinya tetap konsisten.

Overdispersi merupakan nilai dispersi *pearson Chi-square* atau *deviance* yang dibagi dengan derajat bebasnya, diperoleh nilai lebih besar dari 1. Misalkan θ merupakan parameter dispersi, maka jika $\theta > 1$ artinya terjadi overdispersi pada regresi Poisson, jika $\theta < 1$ artinya terjadi underdispersidan jika $\theta = 1$ berarti tidak terjadi kasus over/underdispersi yang disebut dengan equidispersi (Famoye, Wulu, dan Singh, 2004).

2.6 Regresi Binomial Negatif

Model regresi binomial negatif merupakan model regresi yang dapat digunakan untuk memodelkan data Poisson yang mengalami overdispersi. Hal ini dikarenakan distribusi Binomial Negatif merupakan perluasan dari distribusi Poisson-Gamma yang memuat parameter dispersi θ . Fungsi masa probabilitas pada model regresi binomial negatif yang merupakan perluasan dari distribusi Poisson-Gamma dapat diketahui dengan formulasi sebagai berikut (Hilbe, 2011).

$$f(y, \mu, \theta) = \binom{y + \frac{1}{\theta} - 1}{\frac{1}{\theta} - 1} \left(\frac{1}{1 + \theta\mu} \right)^{1/\theta} \left(\frac{\theta\mu}{1 + \theta\mu} \right)^y \quad (2.15)$$

dengan $y = 0, 1, 2, \dots$

Kondisi overdispersi ditunjukkan dengan nilai $\theta > 1$ pada Persamaan (2.15) tersebut. Model regresi binomial negatif dinyatakan dalam bentuk kombinasi linier antara parameter (η) dengan parameter regresi yang akan diestimasi dalam persamaan sebagai berikut.

$$\eta_i = \exp[\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} \dots + \beta_k X_{ki}] \quad (2.16)$$

dengan fungsi link logaritma atau log link yaitu : $\ln \mu_i = \mathbf{x}\boldsymbol{\beta}$

2.6.1 Penaksiran Parameter Regresi Binomial Negatif

Penaksiran parameter model regresi binomial negatif dilakukan dengan menggunakan metode *maximum likelihood estimation* (MLE) yaitu dengan cara memaksimumkan fungsi *likelihood*. Fungsi *likelihood* dari regresi binomial negatif yaitu :

$$L(\beta, \theta) = \prod_{i=1}^n \frac{\Gamma(y+1/\theta)}{\Gamma(1/\theta)y!} \left(\frac{1}{1+\theta\mu_i} \right)^{1/\theta} \left(\frac{\theta\mu_i}{1+\theta\mu_i} \right)^y \quad (2.17)$$

Selanjutnya dilakukan iterasi *Newton-Rapshon* untuk memaksimumkan fungsi *likelihood* apabila tidak didapatkan penyelesaian penaksiran parameter model regresi binomial negatif pada metode MLE.

2.6.2 Pengujian Parameter Regresi Binomial Negatif

Pengujian parameter model regresi binomial negatif secara serentak adalah dengan menggunakan uji devians dengan hipotesis sebagai berikut (Hosmer dan Lameshow, 1995).

H_0 : $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$ (semua parameter tidak berpengaruh signifikan)

H_1 : minimal ada satu j sehingga $\beta_j \neq 0$ dengan $j = 1, 2, \dots, k$ (paling tidak ada satu parameter yang berpengaruh signifikan)

Dengan statistik uji sebagai berikut.

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) = 2 \left(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega}) \right) \quad (2.18)$$

Keputusan yang akan diambil adalah tolak H_0 jika $D(\hat{\beta}) > \chi_{\alpha, k}^2$ artinya ada satu parameter yang berpengaruh signifikan. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap parameter model regresi binomial negatif secara parsial untuk mengetahui parameter mana saja yang memberikan pengaruh yang signifikan dengan menggunakan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : $\beta_j = 0$ (pengaruh variabel ke- j tidak signifikan)

H_1 : $\beta_j \neq 0$ dengan $j = 1, 2, \dots, k$ (pengaruh variabel ke- j signifikan)

Statistik uji yang digunakan yaitu:

$$Z_{hit} = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \quad (2.19)$$

Keputusan yang akan diambil adalah tolak H_0 jika $|Z_{hit}| > Z_{\alpha/2}$ dimana α adalah tingkat signifikansi yang digunakan.

2.7 Pengujian Data Spasial

Pengujian data spasial digunakan untuk melihat aspek spasial berupa kepemilikan sifat *error* yang saling berkorelasi serta memiliki heterogenitas spasial (Anselin, 1998).

2.7.1 Pengujian Dependensi Spasial

Pengujian dependensi spasial digunakan untuk melihat apakah pengamatan di lokasi yang satu berpengaruh terhadap pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Pengujian dependensi spasial dapat dianalisis menggunakan metode Moran's I dengan perumusan hipotesis sebagai berikut (Anselin, 1998).

$H_0 : I_m = 0$ (tidak ada dependensi antar lokasi)

$H_1 : I_m \neq 0$ (ada dependensi antar lokasi)

Statistik uji :

$$Z_I = \frac{(\hat{I} - E(\hat{I}))}{se(\hat{I})} \quad (2.20)$$

dengan,

Z_I = nilai statistik uji indeks Moran's I

\hat{I} = Indeks Moran's I

$$= \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S_0 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \text{ dengan } S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$$

$E(\hat{I})$ = nilai harapan dari indeks Moran's I = $-\frac{1}{n-1}$

$se(\hat{I})$ = standar *error* dari indeks Moran's I

dimana,

n : banyaknya pengamatan

w_{ij} : elemen matriks pembobot spasial

x_i : nilai pengamatan pada lokasi ke- i

x_j : nilai pengamatan pada lokasi ke- j

\bar{x} : nilai rata-rata dari x_i ke n lokasi

Keputusan yang akan diambil adalah tolak H_0 jika nilai $|Z_I| > Z_{\alpha/2}$ yang artinya ada dependensi antar lokasi (Paradis, 2006).

2.7.2 Pengujian Heterogenitas Spasial

Pengujian heterogenitas spasial digunakan untuk melihat karakteristik di suatu lokasi pengamatan. Pengaruh yang terjadi akibat adanya heterogenitas spasial adalah adanya parameter regresi yang berbeda-beda secara spasial. Uji heterogenitas spasial dapat diuji dengan menggunakan statistik uji *Breusch-Pagan* dengan perusan hipotesis sebagai berikut (Anselin, 1998).

H_0 : $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_q^2 = \sigma^2$ (karakteristik di suatu lokasi homogen)

H_1 : $\sigma_i^2 \neq \sigma^2$, $i = 1, 2, \dots, q$ (karakteristik di suatu lokasi heterogen)

Statistik uji :

$$BP = \left(\frac{1}{2} \right) f^T Z (Z^T Z)^{-1} Z^T f \sim \chi_k^2 \quad (2.21)$$

dengan,

$$f_i = \left(\frac{\hat{\varepsilon}_i^2}{\sigma^2} - 1 \right)$$

ε_i = parameter estimasi residual ke- i

Z = matriks berukuran $n \times (k+1)$ yang berisi vector yang sudah dinormal standarkan (z) untuk setiap observasi

Keputusan yang akan diambil adalah tolak H_0 jika $BP_{hit} > \chi^2_{k,\alpha}$ yang artinya ada parameter yang berbeda-beda secara spasial.

2.8 *Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)*

Model GWPR merupakan bentuk lokal dari regresi Poisson yang menghasilkan penaksir parameter model yang bersifat lokal untuk setiap titik atau lokasi dimana data tersebut dikumpulkan dengan asumsi distribusi Poisson pada data sudah terpenuhi. Dalam model GWPR, variabel respon y diprediksi dengan variabel prediktor yang masing-masing koefisien regresinya bergantung pada lokasi dimana data tersebut diamati. Model GWPR dengan menotasikan vektor koordinat lintang dan bujur (u_i, v_i) adalah sebagai berikut (Nakaya dkk, 2005).

$$y_i \sim \text{Poisson}(\mu_i) \quad (2.22)$$

dimana,

$$\mu_i = \exp \left[\sum_{j=0}^k \beta_j(u_i, v_i) x_{ji} \right] \quad (2.23)$$

dengan,

y_i : nilai observasi variabel respon ke- i

x_{ji} : nilai observasi variabel prediktor ke- j pada pengamatan lokasi (u_i, v_i)

$\beta_j(u_i, v_i)$: koefisien regresi variabel ke- j untuk setiap lokasi (u_i, v_i)

(u_i, v_i) : koordinat bujur dan lintang dari titik ke- i pada suatu lokasi geografis

2.8.1 Penaksiran Parameter Model GWPR

Penaksir parameter model GWPR dapat dilakukan dengan menggunakan metode *maximum likelihood estimation* (MLE) dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Membentuk fungsi *likelihood* dengan persamaan sebagai berikut.

$$L(\boldsymbol{\beta}(u, v)) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \quad (2.24)$$

2. Mengubah fungsi *likelihood* kedalam bentuk logaritma menjadi sebagai berikut.

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u, v)) = \ln \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \quad (2.25)$$

Sehingga menjadi,

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u, v)) = \sum_{i=1}^n (-\mu_i + y_i \ln(\mu_i) - \ln(y_i!)) \quad (2.26)$$

3. Melakukan substitusi bentuk $\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u, v))$ kedalam Persamaan (2.23) sehingga diperoleh persamaan

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u, v)) = \sum_{i=1}^n (-\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u, v)) + y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u, v) - \ln(y_i!)) \quad (2.27)$$

Maka bentuk \ln *likelihood* ke (u_i, v_i) adalah :

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i^*, v_i^*)) = \sum_{j=1}^n (-\exp(\mathbf{x}_j^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) + y_j \mathbf{x}_j^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) - \ln(y_i!)) \quad (2.28)$$

Faktor letak *geografis* pada model GWPR disebut sebagai faktor pembobot, sehingga akan memiliki nilai berbeda pada setiap wilayah. Oleh sebab itu, pembobot diberikan pada bentuk \ln *likelihood*.

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i^*, v_i^*)) = \sum_{j=1}^n (-\exp(\mathbf{x}_j^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) + y_j \mathbf{x}_j^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) - \ln(y_i!)) w_{ij}(u_i, v_i) \quad (2.29)$$

yang kemudin diturunkan terhadap $\beta^T(u_i, v_i)$ dan disamadengan-kan nol untuk mendapatkan $\hat{\beta}(u_i, v_i)$. Jika dari penyelesaian tersebut didapatkan hasil yang implisit maka dapat diselesaikan dengan metode *Nowton-Raphson iterative reweighted least square* (IRLS) yakni dengan menyelesaikan persamaan berikut.

$$\hat{\beta}_{(m+1)}(u_i, v_i) = \beta_{(m)}(u_i, v_i) - \mathbf{H}^{-1}(\beta_{(m)}(u_i, v_i)) \mathbf{g}_{(m)}(\beta_{(m)}(u_i, v_i)) \quad (2.30)$$

dengan,

$$\begin{aligned} \mathbf{g}_{(m)}(\beta_{(m)}(u_i, v_i)) &= \frac{\partial \ln L(\beta(u_i, v_i))}{\partial \beta^T(u_i, v_i)} \\ &= -\sum_{j=1}^n \mathbf{x}_j \beta_{ij}(u_i, v_i) \exp(\mathbf{x}_j^T(u_i, v_i)) + \sum_{j=1}^n w_{ij}(u_i, v_i) y_j \end{aligned} \quad (2.31)$$

dan,

$$\begin{aligned} \mathbf{H}_{(m)}(\beta_{(m)}(u_i, v_i)) &= \frac{\partial^2(\beta(u_i, v_i))}{\partial \beta(u_i, v_i) \partial \beta^T(u_i, v_i)} \\ &= -\sum_{j=1}^n \mathbf{x}_j w_{ij}(u_i, v_i) \mathbf{x}_j^T \exp(\mathbf{x}_j^T(u_i, v_i)) \end{aligned} \quad (2.32)$$

Persamaan (2.31) dan (2.32) akan disubtitusikan kedalam Persamaan (2.30), kemudian dilakukan iterasi hingga nilai $\|\beta_{(m+1)}(u_i, v_i) - \beta_{(m)}(u_i, v_i)\| \leq \varepsilon$ dimana ε adalah nilai eror untuk observasi ke- m .

Pada analisis spasial, salah satu metode yang bisa digunakan untuk menentukan besarnya pembobot untuk masing-masing lokasi yang berbeda pada model GWPR yaitu fungsi *Kernel Gauss* dimana fungsi pembobotya dapat ditulis sebagai berikut.

Fungsi *Kernel Fixed Gaussian* :

$$w_{ij} = \exp\left(-\left(d_{ij}/b\right)^2\right) \quad (2.33)$$

dengan

$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$ yaitu jarak antar lokasi (u_i, v_i) ke lokasi (u_j, v_j)

b = parameter non-negatif yang diketahui dan biasanya disebut parameter penghalus (*bandwidth*).

Pemilihan *bandwidth* optimum pada setiap lokasi sangat penting sebagai pengontrol keseimbangan antara kesesuaian kurva terhadap data dan kemulusan data. Metode yang digunakan untuk menentukan *bandwidth* optimum ialah menggunakan metode *Cross Validation* (CV) yang dirumuskan sebagai berikut (Collin, 2010).

$$CV = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{zi}(b))^2 \quad (2.34)$$

dengan

$\hat{y}_{zi}(b)$ = nilai estimasi y_i dimana pengamatan lokasi ke- (u_i, v_i) tidak dimasukkan dalam proses estimasi
 n = jumlah pengamatan

2.8.2 Uji Hipotesis Model GWPR

Pengujian parameter yang dapat dilakukan untuk pengujian GWPR ada tiga macam yaitu sebagai berikut.

1. Pengujian kesamaan model GWPR dengan model regresi Poisson

Pengujian ini dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : $(\beta_j(u_i, v_i)) = \beta_j ; i = 1, 2, \dots, n \text{ dan } j = 0, 1, 2, \dots, k$ (tidak ada perbedaan yang signifikan antara model regresi Poisson dengan model GWPR)

H_1 : Paling sedikit ada satu $(\beta_j(u_i, v_i)) \neq \beta_j$ (ada perbedaan yang signifikan antara model regresi Poisson dengan model GWPR).

Misalkan model GWPR disebut model B dengan derajat bebas df_B dan model regresi Poisson disebut model A dengan derajat bebas df_A , maka statistik uji yang digunakan adalah:

$$F = \frac{\text{Devians Model A} / df_A}{\text{Devians Model B} / df_B} \quad (2.35)$$

dengan,

$$df_A = n - k - 1$$

$$df_B = n - 2tr(\mathbf{S}) + tr(\mathbf{S}^T \mathbf{W} \mathbf{S} \mathbf{W}^{-1})$$

dimana $tr(\mathbf{S})$ adalah jumlah parameter efektif berdasarkan model dan $tr(\mathbf{S}^T \mathbf{W} \mathbf{S} \mathbf{W}^{-1})$ adalah jumlah parameter efektif berdasarkan varians.

Daerah penolakan : Tolak H_0 jika $F_{hit} > F_{(\alpha, df_A, df_B)}$

Jika keputusan yang dihasilkan gagal tolak H_0 atau tidak ada perbedaan maka dilakukan pengujian parameter model secara serentak.

2. Pengujian Parameter Secara Serentak

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT). Bentuk hipotesisnya adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \dots = \beta_k(u_i, v_i) = 0, i = 1, 2, \dots, n$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq 0, j = 1, 2, \dots, k$$

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$D(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = -2 \ln \Lambda = -2 \ln \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \quad (2.36)$$

dengan,

$$D(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = \text{devians model GWPR atau likelihood ratio}$$

$$L(\hat{\omega}) = \text{fungsi likelihood untuk himpunan di bawah } H_0$$

$$L(\hat{\Omega}) = \text{fungsi likelihood dengan himpunan } \Omega$$

dimana,

$$\omega = \{\beta_0(u_i, v_i)\}$$

$$\Omega = \{\beta_0(u_i, v_i), \beta_1(u_i, v_i), \dots, \beta_k(u_i, v_i)\}$$

Selanjutnya, nilai $L(\hat{\omega})$ dan $L(\hat{\Omega})$ dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$L(\hat{\omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\hat{\mu}_i) \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}, \text{ dimana } \hat{\mu}_i = \exp(\hat{\beta}_0(u_i, v_i))$$

$$L(\hat{\Omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\hat{\mu}_i) \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}, \text{ dimana } \hat{\mu}_i = \exp\left(\sum_{j=0}^k \hat{\beta}_j(u_i, v_i) \mathbf{x}_{ij}\right)$$

Daerah penolakan : Tolak H_0 jika nilai $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha, k)}$

3. Pengujian Parameter Secara Parsial

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui parameter mana saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon pada tiap-tiap lokasi. Bentuk hipotesisnya adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq 0, j = 1, 2, \dots, k$$

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$z = \frac{\hat{\beta}_j(u_i, v_i)}{se(\hat{\beta}_j(u_i, v_i))} \quad (2.37)$$

Daerah penolakan : Tolak H_0 jika nilai $|z_{hitung}| > z_{(\alpha/2)}$.

2.9 Tuberkulosis

Tuberkulosis (TB) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh kuman TB (*Mycobacterium tuberculosis*) yang sebagian besar menyerang paru, tetapi dapat juga mengenai anggota tubuh lainnya. Kuman tersebut berbentuk batang, mempunyai sifat khusus yaitu tahan terhadap asam pada pewarnaan, oleh karena itu kuman ini disebut pula sebagai basil tahan asam (BTA) yang cepat mati dengan sinar matahari

langsung tetapi dapat bertahan hidup beberapa jam di tempat yang gelap dan lembab. Dalam jaringan tubuh, kuman ini dapat dormant atau tertidur lama selama beberapa tahun (Sulianti, 2004).

Penularan dari penyakit tuberkulosis dapat terjadi melalui udara pada waktu percikan dahak yang mengandung kuman tuberkulosis paru dibatukkan keluar, dihirup oleh orang sehat melalui jalan napas dan selanjutnya berkembang biak melalui paru-paru. Cara lain adalah dahak yang dibatukkan jatuh dulu ke tanah, mengering dan debu yang mengandung kuman beterbangan kemudian dihirup oleh orang sehat dan masuk ke dalam paru-paru. Cara penularan ini disebut sebagai *airborne disease* (Enarson dkk, 2004). Sebagian besar manusia yang terinfeksi (80 – 90 %) belum tentu menjadi sakit tuberkulosis, disebabkan adanya kekebalan tubuh. Untuk menjadi sakit, dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain keadaan sosial ekonomi, kemiskinan, kekurangan gizi, rendahnya tingkat pendidikan dan kepadatan penduduk (WHO, 2011).

Keluhan dan gejala utama yang dijumpai pada penderita tuberkulosis paru berupa batuk berat terus menerus dan berdahak selama 3 (tiga) minggu atau lebih sedangkan gejala tambahannya yang sering dijumpai berupa dahak bercampur darah, batuk darah, sesak nafas dan rasa nyeri dada, badan lemah, nafsu makan menurun, berat badan turun, rasa badan kurang enak (*malaise*), berkeringat malam walaupun tanpa kegiatan, demam meriang lebih dari sebulan. Gejala-gejala tersebut diatas dapat dijumpai pula pada penyakit paru selain tuberkulosis, oleh sebab itu perlu dilakukan pemeriksaan dahak secara mikroskopis (Bloom B, 1994).

Dalam diagnosis tuberkulosis, pemeriksaan hapusan dahak mikroskopis secara langsung (metode diagnosis standar) digunakan untuk mengidentifikasi Basil Tahan Asam (BTA) yang memegang peranan utama dalam diagnosis Tuberkulosis paru (Halim, 1999). WHO merekomendasikan untuk identifikasi BTA pada penderita suspek *Tuberculosis* diperlukan 3 kali

pengambilan spesimen, program P2TB Depkes (mengadopsi WHO) merekomendasikan tiga spesimen dahak sebaiknya sudah terkumpul dalam dua hari kunjungan pertama yaitu dengan cara: sport (sputum sewaktu saat kunjungan), morning (sputum keesokan harinya) dan spot (pada saat mengantarkan sputum pagi) atau dikenal dengan istilah SPS (sewaktu, pagi, sewaktu) (Gklinis, 2004).

Pengobatan *Tuberculosis* diberikan dalam 2 tahap, yaitu : (1)Tahap insentif, berupa pengawasan ketat dalam tahap pengawasan intensif sangat penting untuk mencegah terjadinya kekebalan obat. (2)Tahap lanjutan, yaitu tahap penting untuk membunuh kuman perister (dormant) sehingga mencegah terjadinya kekambuhan.

Menurut Sulianti (2004) agar penderita TB Paru dapat berobat sampai lengkap dan sembuh, dilakukan monitoring dengan 2 cara yaitu :

1. Monitoring hasil pemeriksaan sputum pada interval waktu tertentu dalam pengobatan, biasanya pada akhir bulan ke-2 (akhir bulan ke-3 untuk kasus pengobatan ulang), akhir bulan ke-5 dan akhir pengobatan (awal bulan ke-8).
2. Monitoring pengambilan obat oleh penderita apakah obatnya diambil sesuai jadwal, ditambah dengan monitoring hasil pengobatan yaitu melalui pembiakan sputum (pada awal bulan dan setelah pengobatan lengkap).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Pemerintah Kota Surabaya berupa data jumlah penderita TB menurut kecamatan di Surabaya tahun 2013 dan variabel prediktor ($X_1 - X_{10}$). Analisis penelitian menggunakan *software* Minitab 16, ArcView, program R, dan GWR 4.0.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu terdiri dari satu variabel respon (Y) dan 10 variabel prediktor (X) sebagai berikut.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
Y	Jumlah penderita penyakit TB menurut kecamatan di Surabaya
X_1	Persentase penduduk yang berusia ≥ 65 tahun
X_2	Rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk
X_3	Persentase jumlah rumah tangga yang memiliki rumah sehat
X_4	Persentase rumah tangga yang memiliki air bersih
X_5	Persentase penduduk yang terkena AIDS per kecamatan
X_6	Rasio jumlah keluarga berperilaku hidup bersih dan sehat (PBHS) per 1000 penduduk
X_7	Rasio jumlah tenaga medis per 1000 penduduk
X_8	Persentase kegiatan sanitasi total berbasis masyarakat (STBM) pilar 1
X_9	Persentase jumlah kegiatan penyuluhan tentang kesehatan
X_{10}	Kepadatan Penduduk

Penjelasan untuk masing-masing variabel penelitian adalah sebagai berikut.

1. Jumlah penderita penyakit TB menurut kecamatan di Surabaya (Y)

Jumlah penderita TB yang dimaksud adalah total kasus TB yang terjadi di 31 kecamatan di kota Surabaya tahun 2013.

2. Persentase penduduk yang berusia ≥ 65 tahun (X_1)

Prevalensi TB Paru berdasarkan diagnosis dan gejala TB Paru (batuk ≥ 2 minggu dan batuk darah) menurut karakteristik kelompok umur pada laporan riskesdas tahun 2013 menyebutkan bahwa prevalensi tertinggi terjadi pada umur 65-74 tahun dan ≥ 75 tahun.

3. Rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk (X_2)

Jumlah sarana kesehatan yang dimaksud adalah rumah sakit dan puskesmas di Surabaya berdasarkan kecamatan. Penderita TB akan lebih cepat mendapatkan pertolongan dengan adanya sarana kesehatan yang memadai.

4. Persentase jumlah rumah tangga yang memiliki rumah sehat (X_3)

Rumah sehat adalah bangunan rumah tinggal yang memenuhi syarat kesehatan yaitu memiliki jamban sehat, tempat pembuangan sampah, sarana air bersih, sarana pembuangan air limbah, ventilasi baik, kepadatan hunian rumah sesuai, dan lantai rumah tidak dari tanah.

5. Persentase rumah tangga yang memiliki air bersih (X_4)

Rumah tangga yang memiliki air bersih yang dimaksud adalah presentase keluarga menurut jenis sarana air bersih yang digunakan. Air merupakan suatu unsur yang sangat penting dalam aspek kesehatan masyarakat, air dapat menjadi sumber, tempat perindukan, dan media kehidupan bibit penyakit. Secara fisik air yang bersih harus memenuhi empat kriteria yaitu tidak berwarna, tidak keruh, tidak berasa, dan tidak berbau.

6. Persentase penduduk yang terkena AIDS per kecamatan (X_5)

HIV/AIDS merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh infeksi *Human Immunodeficiency Virus* yang menyerang sistem kekebalan tubuh sehingga menyebabkan penderita yang terinfeksi mengalami penurunan ketahanan tubuh dan mudah untuk terinfeksi berbagai macam penyakit lain.

7. Rasio jumlah keluarga berperilaku hidup bersih dan sehat (PBHS) per 1000 penduduk (X_6)

Terdapat 10 perilaku hidup bersih dan sehat yang dipantau untuk mencapai rumah tangga ber-PHBS, yaitu : (a)persalinan ditolong oleh tenaga kesehatan, (b)memberi ASI eksklusif, (c)menimbang balita setiap bulan, (d)menggunakan air bersih, (e)mencuci tangan dengan air bersih dan sabun, (f)menggunakan jamban sehat, (g)memberantas jentik di rumah sekali seminggu, (h)makan buah dan sayur setiap hari, (i)melakukan aktifitas fisik setiap hari, dan (j)tidak merokok di dalam rumah.

8. Rasio jumlah tenaga medis per 1000 penduduk (X_7)

Tenaga medis yang dimaksud adalah dokter umum dan perawat. Adanya sarana kesehatan harus didukung oleh tenaga medis yang memadai di setiap sarana kesehatan. Dalam hal ini, tenaga medis berperan aktif dalam penanganan penyembuhan masyarakat yang menjadi inti dari penyembuhan masyarakat yang sakit.

9. Persentase kegiatan sanitasi total berbasis masyarakat (STBM) pilar 1 (X_8)

Sanitasi total berbasis masyarakat (STBM) adalah pendekatan untuk merubah perilaku *hygiene* dan sanitasi melalui pemberdayaan masyarakat dengan metode pemicuan. STBM terdiri dari 5 pilar dan STBM pilar 1 yang dimaksud adalah stop buang air besar sembarangan.

10. Persentase jumlah kegiatan penyuluhan tentang kesehatan (X_9)

Penyuluhan kesehatan adalah kegiatan pendidikan yang dilakukan dengan cara menyebarkan pesan, menanamkan keyakinan, sehingga masyarakat tidak hanya sadar, tahu dan mengerti, tetapi juga mau dan bisa melakukan suatu ajaran yang ada hubungannya dengan kesehatan. Tujuannya adalah mengubah perilaku masyarakat ke arah perilaku sehat sehingga tercapai derajat kesehatan yang optimal.

11. Kepadatan Penduduk (X_{10})

Kepadatan penduduk merupakan hasil bagi dari jumlah penduduk terhadap luas wilayah di tiap kecamatan di Kota Surabaya dalam satuan (orang/km²). Kepadatan penduduk yang tidak seimbang dengan luas wilayah memunculkan area yang sifatnya kumuh tidak beraturan yang terdapat di kota dengan segala masalah kesehatan masyarakat. Penyakit menular seperti TB akan mudah menular dalam lingkungan yang buruk dengan sanitasi rendah. Sehingga semakin banyak kepadatan penduduk suatu daerah maka semakin besar peluang meningkatnya jumlah kasus TB.

Berikut struktur data penelitian yang disajikan dalam Tabel

3.2

Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian

Kecamatan	Y	X_1	...	X_{10}	U	V
1	Y_1	$X_{1,1}$	...	$X_{1,10}$	u_1	v_1
2	Y_2	$X_{2,1}$	...	$X_{2,10}$	u_2	v_2
3	Y_3	$X_{3,1}$	...	$X_{3,10}$	u_3	v_3
\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots	\vdots	\vdots
31	Y_{31}	$X_{31,1}$	...	$X_{31,10}$	u_{31}	v_{31}

3.3 Langkah Analisis

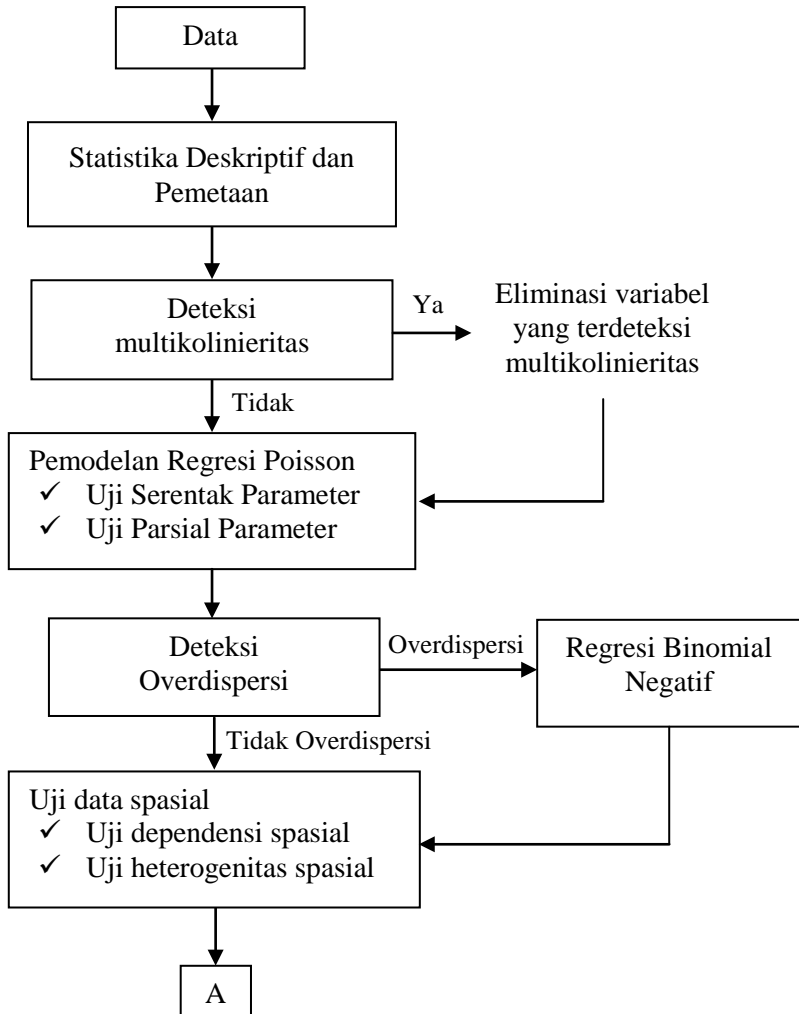
Langkah analisis yang dilakukan pada saat melakukan percobaan adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan data menggunakan statistika deskriptif dan pemetaan jumlah penderita penyakit TB per kecamatan di Surabaya dengan variabel prediktor yang diduga mempengaruhi.
2. Melakukan pendeteksian kasus multikolinieritas pada data variabel prediktor sebagai asumsi dari regresi Poisson dengan menggunakan kriteria koefisien korelasi, nilai VIF, dan *eigen value*.

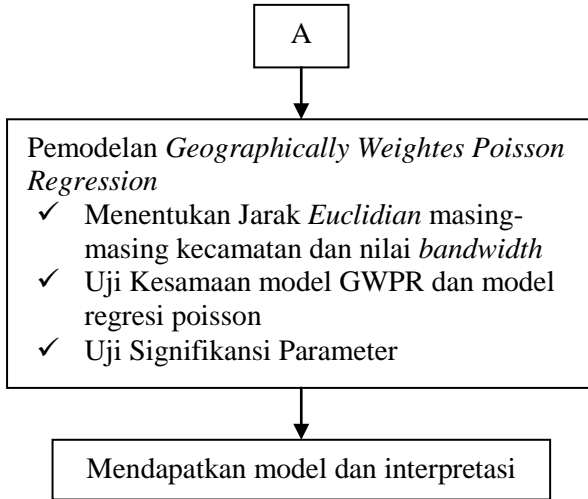
3. Melakukan analisis model regresi Poisson dengan langkah-langkah berikut.
 - a. Melakukan penaksiran parameter model regresi Poisson menggunakan metode MLE dan iterasi *Newton-Rapshon*
 - b. Melakukan pengujian signifikansi parameter secara serentak dan parsial pada model regresi Poisson
 - c. Menginterpretasikan hasil model regresi Poisson
4. Melakukan deteksi overdispersi pada regresi Poisson.
5. Melakukan analisis model regresi Binomial Negatif pada kasus overdispersi dengan langkah-langkah sebagai berikut.
 - a. Melakukan penaksiran parameter model regresi binomial negatif menggunakan metode MLE dan iterasi *Newton-Rapshon*
 - b. Melakukan pengujian signifikansi parameter secara serentak dan parsial pada model regresi binomial negatif
 - c. Menginterpretasikan hasil model regresi binomial negatif
6. Melakukan pengujian data spasial meliputi uji dependensi spasial dan uji heterogenitas spasial sebagai syarat dari metode GWPR
7. Menganalisis model GWPR dengan langkah berikut.
 - a. Menentukan jarak *Euclidian* setiap kecamatan dan nilai *bandwidth* optimum sebagai pembobot dari model GWPR
 - b. Melakukan penaksiran parameter model GWPR menggunakan metode MLE dan iterasi *Newton-Rapshon*
 - c. Menguji kesamaan antara model GWPR dengan model regresi poisson yang terbentuk
 - d. Melakukan pengujian signifikansi parameter secara serentak dan parsial pada model GWPR yang terbentuk
8. Melakukan interpretasi hasil analisis.
9. Menarik kesimpulan dan saran.

3.4 Diagram Alir

Diagram alir dari langkah analisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir (lanjutan)

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan beberapa hal yang dilakukan untuk mencapai tujuan menjawab permasalahan dalam penelitian ini. Hal-hal yang akan dibahas diantaranya meliputi deskripsi jumlah kasus tuberkulosis yang terjadi di Kota Surabaya tahun 2013 berdasarkan kecamatan beserta variabel prediktor yang diduga mempengaruhinya, deteksi multikolinieritas sebagai asumsi dari analisis regresi Poisson, lalu analisis regresi Poisson dalam rangka mencari hubungan antara faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah terjadinya kasus tuberkulosis di Surabaya tahun 2013, mulai dari penaksiran parameter, uji signifikansi parameter secara serentak dan parsial, hingga menginterpretasikan hasil model regresi Poisson. Kemudian dilakukan deteksi overdispersi pada model regresi Poisson, jika ditemukan terjadi kasus overdispersi dilanjutkan dengan pemodelan menggunakan regresi binomial negatif. Selanjutnya dilakukan pengujian data spasial meliputi uji dependensi spasial dan uji heterogenitas spasial sebagai syarat dari metode GWPR, hingga dilakukan pemodelan dengan metode *geographically weighted poisson regression* (GWPR) dan interpretasi hasil analisis.

4.1 Deskripsi Jumlah Kasus Tuberkulosis di Surabaya Tahun 2013

Sebagaimana dijelaskan pada sub bab 3.2 bahwa penelitian ini menggunakan data jumlah kasus TB yang terjadi di 31 kecamatan di kota Surabaya tahun 2013 dengan variabel prediktor yang diduga mempengaruhinya (Lampiran 1). Data variabel yang digunakan tersebut dideskripsikan menurut statistika deskriptif yaitu berdasarkan nilai rata-rata (*mean*), nilai *varians* atau keragaman datanya, serta nilai minimum dan maksimum dari data-data yang tersedia. Semuanya terangkum dalam Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Rata-rata	Variance	Minimum	Maksimum
Y	49,55	1340,19	10	150
X ₁	4,645	1,642	2,586	7,515
X ₂	0,003194	0,000003	0,001	0,009
X ₃	81,07	88,66	55,43	100
X ₄	97,747	26,995	76,693	100
X ₅	0,008102	0,000023	0	0,021107
X ₆	3,845	5,791	0,856	11,56
X ₇	0,1804	0,0709	0,009	1,201
X ₈	96,08	60,37	59,89	100
X ₉	3,226	9,588	0,256	14,464
X ₁₀	11344	51377464	2190	31194

Berdasarkan Tabel 4.1 diperoleh informasi bahwa di antara 31 kecamatan di Surabaya, rata-rata jumlah kasus TB yang terjadi yaitu 50 kasus dengan nilai varians cukup besar yaitu 1.340,5 yang menunjukkan bahwa jumlah terjadinya kasus antara kecamatan di Surabaya sangat bervariasi, ada yang jumlah kasusnya hanya belasan tetapi ada juga yang jumlah kasusnya hingga ratusan. Daerah dengan jumlah kasus TB yang terkecil ditemukan di Kecamatan Tenggilis Mejoyo dan Gayungan sebesar 10 kasus, sedangkan jumlah kasus TB paling banyak ditemukan yaitu Kecamatan Sawahan dengan 150 kasus. Lebih jelasnya bisa dilihat pada Lampiran 1.

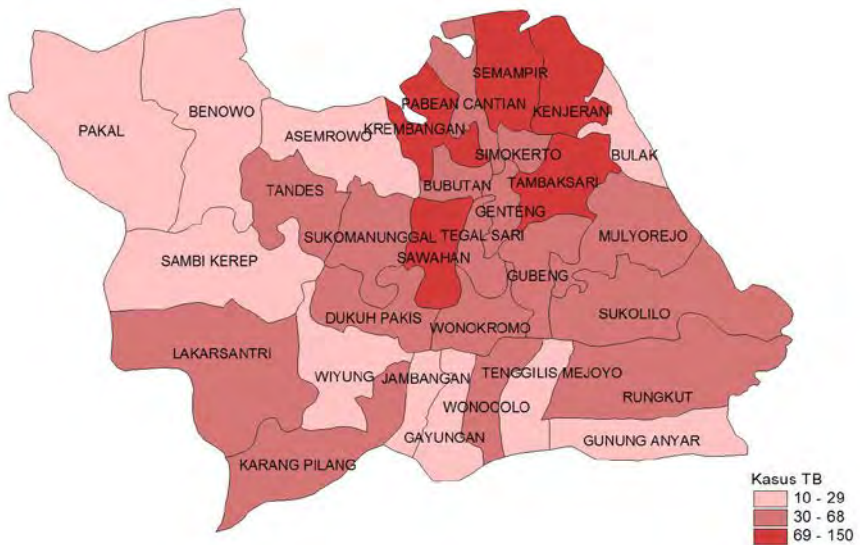
Deskripsi dari kesepuluh variabel prediktor yang dapat dijelaskan antara lain rata-rata persentase penduduk yang berusia ≥ 65 tahun di tiap kecamatan di Surabaya adalah 4,645 persen. Persentase penduduk yang berusia ≥ 65 tahun dalam hal ini adalah perbandingan antara total penduduk yang berusia ≥ 65 tahun dengan jumlah penduduk di kecamatan tersebut. Rata-rata rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk di tiap kecamatan di Surabaya yaitu 0,003194. Rasio jumlah sarana kesehatan dalam hal ini adalah jumlah rumah sakit umum dan puskesmas di tiap kecamatan per 1000 penduduk.

Rata-rata persentase jumlah rumah tangga yang memiliki rumah sehat yaitu 81,07 persen dengan nilai varians

cukup besar yaitu 88,66 yang menunjukkan bahwa perbandingan antara jumlah rumah yang sehat dengan jumlah rumah yang diperiksa memiliki keragaman yang cukup tinggi. Rata-rata persentase jumlah rumah tangga yang memiliki air bersih di tiap kecamatan di Surabaya yaitu 97,747 persen. Rata-rata persentase penduduk yang terkena AIDS di tiap kecamatan di Surabaya yaitu 0,008102 persen. Persentase penduduk yang terkena AIDS dalam hal ini adalah perbandingan antara jumlah kasus AIDS dengan jumlah penduduk di kecamatan tersebut.

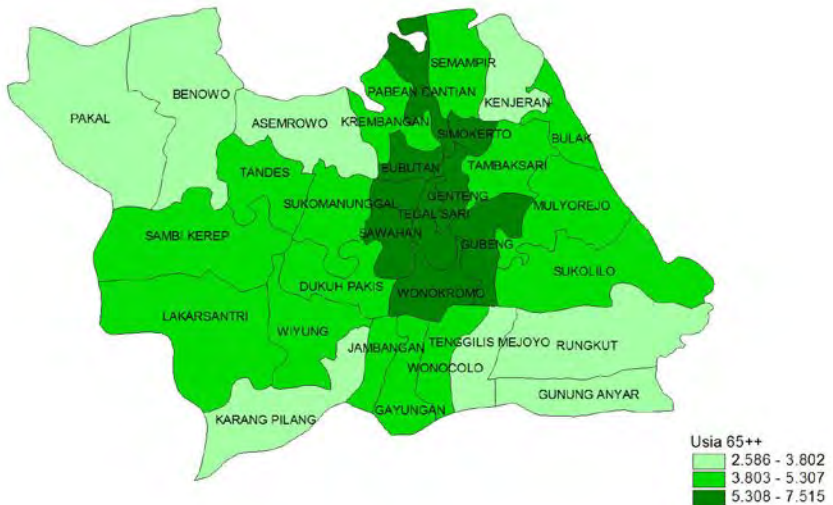
Rata-rata rasio jumlah keluarga ber-PHBS dan rasio jumlah tenaga medis per 1000 penduduk berturut-turut sebesar 3,845 dan 0,1804. Rata-rata persentase kegiatan STBM pilar 1 sebesar 96,08 persen. Kemudian rata-rata persentase jumlah kegiatan penyuluhan tentang kesehatan ada sebanyak 3,226 persen dan rata-rata kepadatan penduduk di tiap kecamatan di Surabaya yaitu 11344 dengan variansi paling besar yaitu 51377464, hal ini dikarenakan satuan nilai dari kepadatan penduduk berupa data ribuan dan ini menunjukkan bahwa kepadatan penduduk antara kecamatan di Surabaya sangat bervariasi, ada yang nilainya hanya satuan ribu tetapi ada juga yang nilainya hingga puluhan ribu.

Berikut adalah pemetaan persebaran kecamatan di Kota Surabaya berdasarkan jumlah kasus TB dengan variabel prediktor yang diduga mempengaruhi. Kota Surabaya sebagai salah satu kota di Jawa Timur, menduduki peringkat pertama untuk jumlah kasus tuberkulosis terbanyak di Jawa Timur pada tahun 2012 dengan jumlah kasus sebanyak 4.212 kasus dan jumlah penderita tuberkulosis meninggal sebesar 95 jiwa. Pada tahun 2013, rata-rata jumlah kasus TB per kecamatan di Surabaya adalah 50 kasus, dengan jumlah kasus terbanyak di Kecamatan Sawahan yaitu 150 kasus dan jumlah kasus paling sedikit di Kecamatan Tenggilis dan Gayungan yaitu 10 kasus. Berikut peta persebaran jumlah kasus TB di Surabaya tahun 2013 yang ditampilkan pada Gambar 4.1



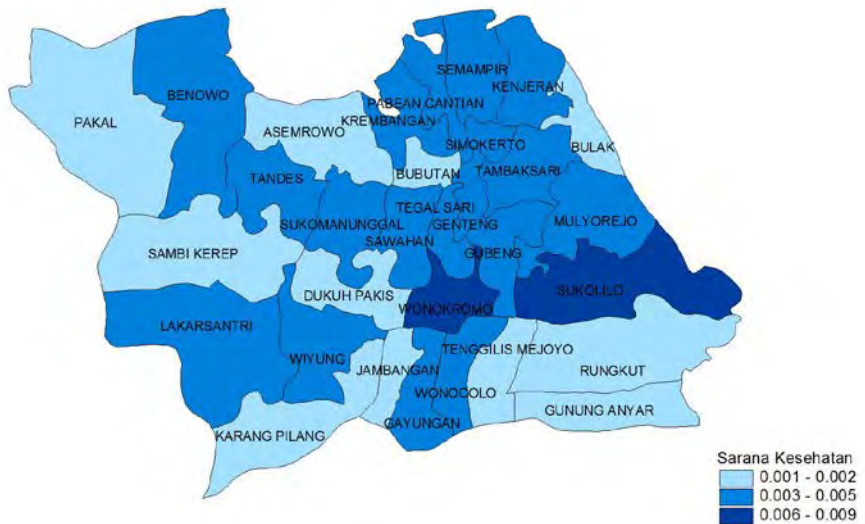
Gambar 4.1 Persebaran jumlah penderita TB di Kota Surabaya (Y)

Gambar 4.1 menunjukkan persebaran kecamatan di Kota Surabaya berdasarkan data jumlah penderita TB pada Lampiran 1, dimana sebagian besar kecamatan memiliki jumlah penderita TB dengan kategori sedang yang ditandai warna merah muda yaitu berkisar antara 30-68 penderita yang terletak di 16 kecamatan, kemudian terdapat 10 kecamatan dengan jumlah penderita TB rendah yaitu berkisar antara 10-29 penderita, dan dari 31 kecamatan yang ada di Surabaya, masih terdapat lima kecamatan dengan jumlah penderita TB tinggi yang berkisar antara 69-150 penderita yaitu pada Kecamatan Sawahan, Krembangan, Semampir, Kenjeran, dan Tambaksari. Selanjutnya disajikan peta persebaran penduduk berusia ≥ 65 tahun sebagai salah satu faktor yang diduga berpengaruh terhadap jumlah kasus TB di Surabaya tahun 2013 yang ditampilkan pada Gambar 4.2 berikut.



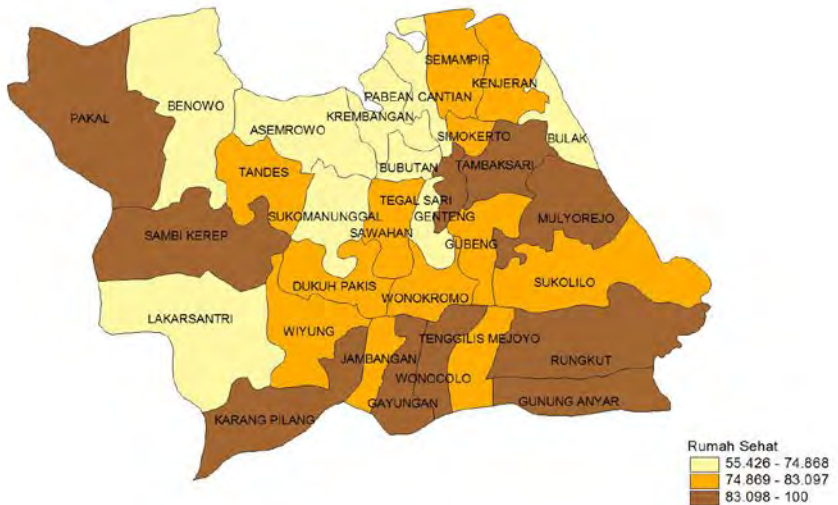
Gambar 4.2 Persebaran persentase penduduk berusia ≥ 65 tahun (X_1)

Gambar 4.2 menunjukkan persebaran kecamatan di Kota Surabaya berdasarkan data persentase penduduk yang berusia ≥ 65 tahun pada Lampiran 1. Sebagian besar kecamatan di Surabaya memiliki penduduk yang berusia ≥ 65 tahun pada kategori sedang yaitu berkisar antara 3,803-5,307 persen yang terdapat di 15 kecamatan dan terdapat kesamaan jumlah kecamatan yang memiliki persentase penduduk berusia ≥ 65 tahun pada kategori rendah yang berkisar antara 2,586-3,802 persen yang terletak di Kecamatan Pakal, Benowo, Asemrowo, Kenjeran, Karang Pilang, Tenggilis Mejoyo, Rungkut, dan Gunung Anyar sedangkan kategori tinggi yang berkisar antara 5,308-7,515 persen yaitu sebanyak 8 kecamatan dari 31 kecamatan yang ada di Surabaya yang berada di Kecamatan Pabean cantian, Simokerto, Bubutan, Genteng, Tegalsari, Sawahan, Gubeng, dan Wonokromo.



Gambar 4.3 Persebaran rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk (X_2)

Gambar 4.3 menunjukkan persebaran kecamatan di Kota Surabaya berdasarkan data rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk pada Lampiran 1. Sebagian besar kecamatan memiliki rasio jumlah sarana kesehatan pada kategori sedang yaitu berkisar antara 0,003-0,005 atau 3-5 sarana kesehatan (RSU dan Puskesmas keliling) yang berada di 18 kecamatan dan hanya terdapat dua kecamatan dengan rasio jumlah sarana kesehatan pada kategori tinggi yaitu berkisar antara 0,006-0,009 atau 6-9 sarana kesehatan yang berada di Kecamatan Sukolilo dan Wonokromo sedangkan masih terdapat 11 dari 31 kecamatan di Surabaya yang memiliki rasio sarana kesehatan pada kategori rendah yaitu berkisar antara 0,001-0,002 atau 1-2 unit, sehingga bisa dikatakan jumlah sarana kesehatan di Surabaya masih belum merata karena masih banyak kecamatan yang hanya memiliki 1-2 unit kesehatan saja.



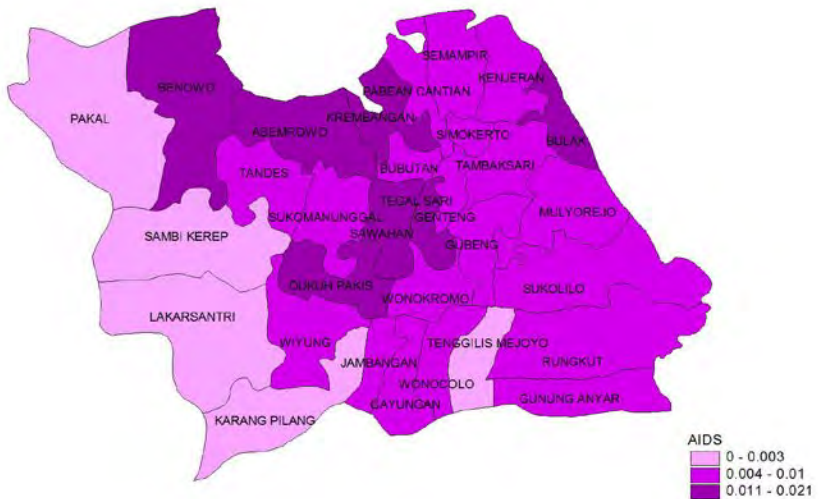
Gambar 4.4 Persebaran persentase rumah sehat (X_3)

Gambar 4.4 menunjukkan persebaran kecamatan di Kota Surabaya berdasarkan data persentase rumah tangga dengan kepemilikan rumah sehat pada Lampiran 1. Persebaran kecamatan berdasarkan persentase rumah sehat pada setiap kategori hampir sama, dimana terdapat 10 kecamatan dengan persentase kepemilikan rumah sehat pada kategori tinggi yaitu berkisar antara 83,098-100 persen, kemudian pada kategori sedang terdapat 12 kecamatan dengan persentase kepemilikan rumah sehat antara 74,869-83,097 persen, dan terdapat 8 kecamatan dengan persentase rumah sehat pada kategori rendah yaitu berkisar antara 55,426-74,868 persen yang berada di Kecamatan Benowo, Asemrowo, Krembangan, Bubutan, Lakarsantri, Tegalsari, Sukomanunggal, dan Pabean cantian.



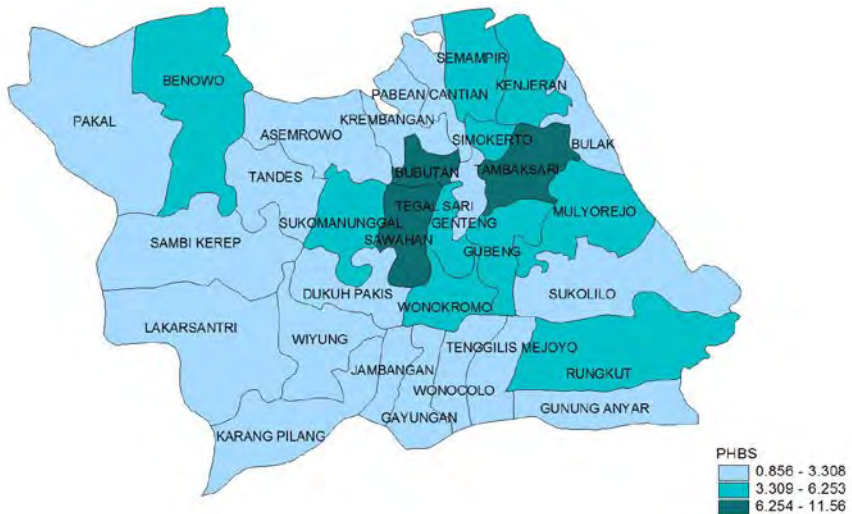
Gambar 4.5 Persebaran persentase rumah tangga yang memiliki air bersih (X_4)

Gambar 4.5 menunjukkan persebaran kecamatan di Kota Surabaya berdasarkan data persentase rumah tangga dengan kepemilikan air bersih pada Lampiran 1, dimana hampir setiap kecamatan telah menggunakan air bersih yang ditandai dengan kepemilikan air bersih pada kategori tinggi yaitu berkisar antara 90,372-100 persen yang berada di 27 kecamatan di Surabaya, tetapi masih terdapat kecamatan dengan persentase kepemilikan air bersih pada kategori rendah atau di bawah 76,693 persen yang berada di Kecamatan Rungkut, dan terdapat tiga kecamatan dengan kepemilikan air bersih pada kategori sedang yaitu berkisar antara 76,694-90,371 persen yang terletak di Kecamatan Semampir, Simokerto, dan Genteng.



Gambar 4.6 Persebaran persentase penduduk menderita AIDS (X_5)

Gambar 4.6 menunjukkan persebaran kecamatan di Kota Surabaya berdasarkan data persentase penduduk yang terkena AIDS pada Lampiran 1, dimana hampir setiap kecamatan memiliki presentase penduduk menderita AIDS pada kategori sedang yaitu berkisar antara 0,004-0,01 persen atau 4-10 penderita yang berada di 19 kecamatan, tetapi masih terdapat 7 kecamatan di Surabaya dengan persentase penduduk terkena AIDS pada kategori tinggi yaitu bekisar antara 0,011-0,021 persen atau 11-21 penderita yang berada di Kecamatan Benowo, Asemrowo, Dukuh Pakis, Bulak, Krembangan, Sawahan, dan Tegalsari. Selanjutnya, hanya terdapat 5 kecamatan dengan persentase penduduk menderita AIDS antara 0-0,003 persen atau 0-3 penderita yaitu Kecamatan Pakal, Sambikerep, Lakarsantri, Karang Pilang, dan Tenggilis Mejoyo.



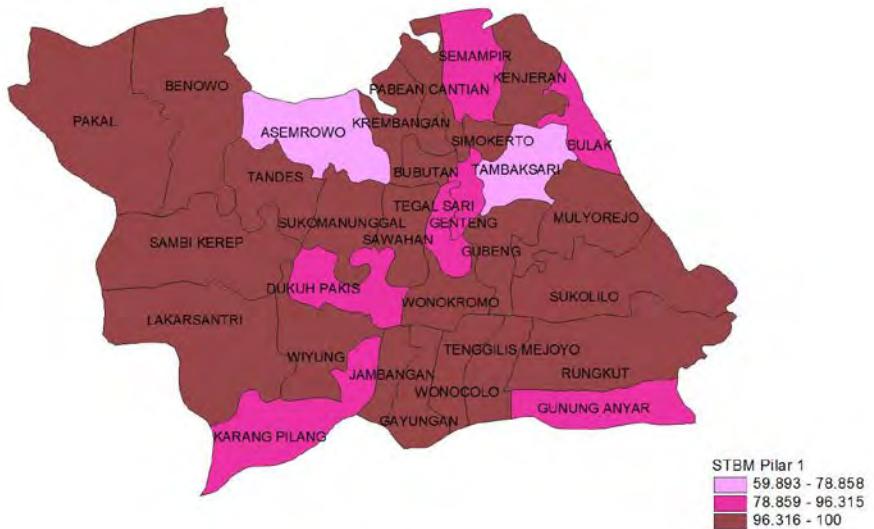
Gambar 4.7 Persebaran rasio jumlah keluarga ber-PHBS per 1000 penduduk (X_6)

Gambar 4.7 menunjukkan persebaran kecamatan di Kota Surabaya berdasarkan data rasio jumlah keluarga ber-PHBS per 1000 penduduk pada Lampiran 1, di mana hampir setiap kecamatan memiliki rasio jumlah keluarga ber-PHBS pada kategori rendah yaitu berkisar antara 0,856-3,308 atau sejumlah 856-3308 keluarga yang berada di 17 kecamatan, kemudian terdapat 10 kecamatan yang memiliki rasio jumlah keluarga ber-PHBS pada kategori sedang yaitu berkisar antara 3,309-6,253 atau sejumlah 3309-6253 keluarga, dan hanya terdapat 3 kecamatan dengan rasio jumlah keluarga ber-PHBS pada kategori tinggi yaitu berkisar antara 6,254-11,56 atau sejumlah 6254-11560 keluarga yang berada di Kecamatan Bubutan, Sawahan, dan Tambaksari.



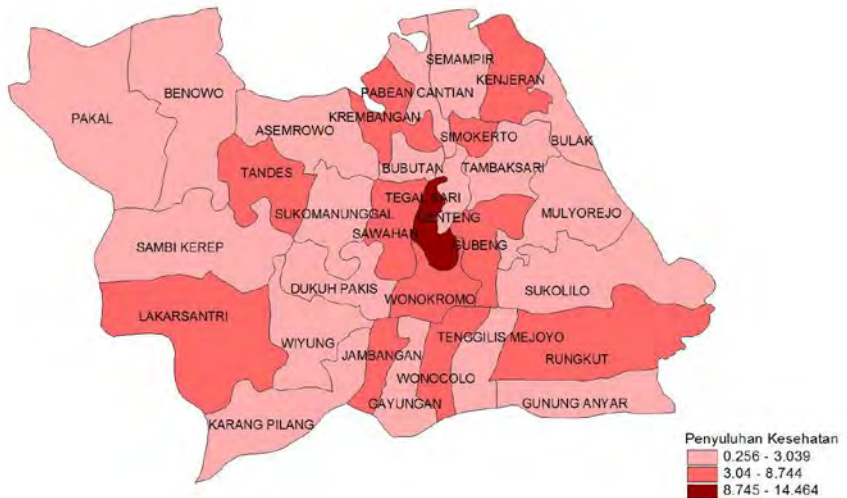
Gambar 4.8 Persebaran rasio jumlah tenaga medis per 1000 penduduk (X_7)

Gambar 4.8 menunjukkan persebaran kecamatan di Kota Surabaya berdasarkan data rasio jumlah tenaga medis per 1000 penduduk pada Lampiran 1, dimana hampir setiap kecamatan memiliki rasio jumlah tenaga medis pada kategori rendah yang berada di 22 kecamatan yaitu berkisar antara 0,009-0,179 atau sejumlah 9-179 tenaga medis (dokter umum dan perawat), kemudian terdapat 7 kecamatan dengan rasio jumlah tenaga medis pada kategori sedang yaitu berkisar antara 0,18-0,47 atau sejumlah 180-470 tenaga medis yang berada di RSU dan puskesmas, dan hanya terdapat 2 kecamatan dengan rasio jumlah tenaga medis pada kategori tinggi yaitu berkisar antara 0,471-1,201 atau sejumlah 471-1201 tenaga medis yang berada di Kecamatan Lakarsantri dan Wonokromo. Sehingga bisa dikatakan tenaga medis yang ada di Surabaya masih belum memadai dan tidak seimbang dengan jumlah RSU dan puskesmas.



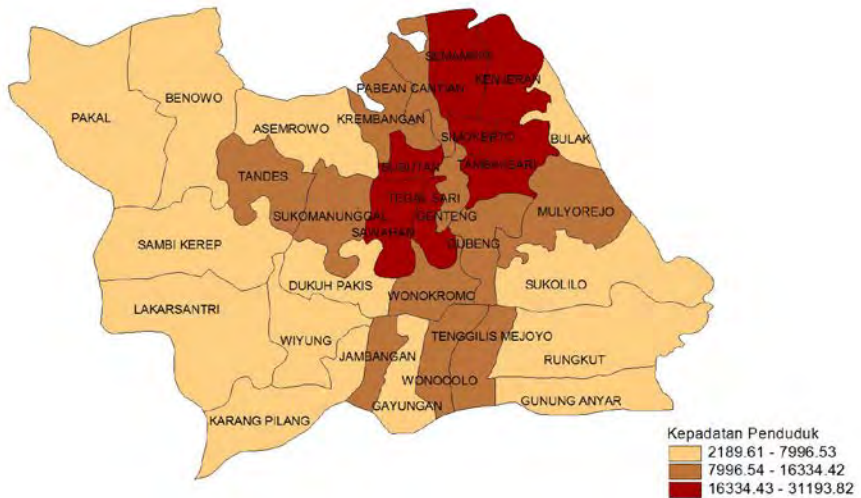
Gambar 4.9 Persebaran persentase kegiatan STBM pilar 1 (X_8)

Gambar 4.9 menunjukkan persebaran kecamatan di Kota Surabaya berdasarkan data persentase kegiatan STBM pilar 1 pada Lampiran 1, dimana hampir setiap kecamatan memiliki persentase kegiatan STBM pilar 1 pada kategori tinggi yaitu berkisar antara 96,316-100 persen yang berada di 22 kecamatan, kemudian terdapat 7 kecamatan yang memiliki persentase kegiatan STBM pilar 1 pada kategori sedang yang berkisar antara 78,859-96,315 persen yaitu di Kecamatan Semampir, Bulak, Tegalsari, Genteng, Dukuh Pakis, Karang Pilang, dan Gunung Anyar, dan hanya terdapat 2 kecamatan dengan persentase kegiatan STBM pilar 1 pada kategori rendah yaitu berkisar antara 59,893-78,858 persen yang berada di Kecamatan Asemrowo dan Tambaksari. Sehingga bisa dikatakan kegiatan STBM pilar 1 di Kota Surabaya sudah cukup baik.



Gambar 4.10 Persebaran persentase kegiatan penyuluhan tentang kesehatan (X_9)

Gambar 4.10 menunjukkan persebaran kecamatan di Kota Surabaya berdasarkan data persentase kegiatan penyuluhan tentang kesehatan pada Lampiran 1, dimana hampir setiap kecamatan memiliki persentase kegiatan penyuluhan tentang kesehatan pada kategori rendah yaitu berkisar antara 8,745-14,464 persen yang berada di 19 kecamatan, kemudian terdapat 11 kecamatan dengan persentase kegiatan penyuluhan tentang kesehatan pada kategori sedang yaitu berkisar antara 3,04-8,744 persen, dan hanya ada satu kecamatan dengan persentase kegiatan penyuluhan tentang kesehatan pada kategori tinggi yaitu berkisar antara 0,256-3,039 persen yang berada di Kecamatan Tegalsari. Sehingga bisa dikatakan kegiatan penyuluhan tentang kesehatan sudah banyak dilakukan oleh lembaga kesehatan dan diterima oleh kecamatan yang ada di Surabaya.



Gambar 4.11 Persebaran kepadatan penduduk (X_{10})

Gambar 4.11 menunjukkan persebaran kecamatan di Kota Surabaya berdasarkan data kepadatan penduduk pada Lampiran 1, dimana hampir setiap kecamatan memiliki kepadatan penduduk pada kategori rendah dan sedang yang berada di 13 kecamatan untuk kategori rendah dan terdapat 11 kecamatan untuk kategori sedang, tetapi masih ada 7 kecamatan dengan kepadatan penduduk tinggi yaitu bekisar antara 16334,43-31193,82 yang berada di Kecamatan Semampir, Kenjeran, Simokerto, Bubutan, Tambaksari, Sawahan, dan Tegalsari.

4.2 Deteksi Multikolinieritas

Variabel prediktor yang digunakan dalam penelitian ini ada 10 variabel sebagaimana yang dijelaskan pada subbab 3.2. Sebelum dilakukan analisis regresi yang memuat lebih dari 1 variabel prediktor perlu dilakukan pengecekan terhadap data yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya kasus multikolinearitas karena jika terjadi multikolinieritas dikhawatirkan penduga parameter dari variabel prediktor mengandung bias. Pengecekan

multikolinieritas pada penelitian ini digunakan tiga kriteria sebagaimana diterangkan pada subbab 2.2.

Pertama akan dijelaskan koefisien korelasi *Pearson* antar variabel prediktor berupa matriks korelasi 10 v ariabel bebas (Lampiran 3). Tidak ada koefisien korelasi yang $\geq 0,95$. Koefisien korelasi terbesar mencapai 0,53469 yaitu korelasi antara X_1 dengan X_2 .

Kedua akan dijelaskan nilai VIF masing-masing variabel prediktor yang terangkum dalam Tabel 4.2

Tabel 4.2 Nilai VIF Setiap Variabel Prediktor

X_i	Nilai VIF	X_i	Nilai VIF
X_1	1,95868	X_6	2,01550
X_2	1,92879	X_7	1,36376
X_3	1,54769	X_8	1,27329
X_4	1,13450	X_9	1,45959
X_5	1,77179	X_{10}	2,26895

Berdasarkan Tabel 4.2 diperoleh informasi bahwa semua variabel prediktor memiliki nilai VIF < 10 . Ini mendeteksi bahwa tidak terdapat variabel prediktor yang menjalin korelasi dengan variabel prediktor lainnya yang berarti tidak terjadi kasus multikolinieritas.

Ketiga akan dijelaskan tentang minimum nilai eigen (λ_i) pada matriks korelasi antar variabel prediktor.

Tabel 4.3 Nilai *Eigen* Setiap Variabel Prediktor

No.	Nilai <i>Eigen</i>	No.	Nilai <i>Eigen</i>
1	2,73396	6	0,72341
2	1,69475	7	0,58881
3	1,50298	8	0,35865
4	0,97534	9	0,32870
5	0,84197	10	0,25144

Tabel 4.3 memberikan informasi bahwa tidak ada nilai eigen minimum yang kurang dari 0,05.

Berdasarkan analisis terhadap ketiga kriteria tersebut, dapat dikatakan tidak terjadi kasus multikolinieritas pada data yang digunakan dalam penelitian ini. Dengan demikian semua variabel

prediktor diikutsertakan dalam analisis selanjutnya yaitu pembentukan model persamaan regresi antara variabel prediktor yang diduga berpengaruh terhadap jumlah penderita TB yang terjadi di kota Surabaya tahun 2013.

4.3 Pemodelan Regresi Poisson

Setelah dilakukan penanggulangan kasus multikolinieritas, selanjutnya kesepuluh variabel prediktor yang digunakan akan dicari hubungannya terhadap jumlah penderita TB yang terjadi di kota Surabaya dengan cara memodelkan menggunakan analisis regresi Poisson. Dengan menggunakan metode *maksimum likelihood estimation* (MLE) sebagaimana diterangkan pada subbab 2.4.1 diperoleh nilai penaksir parameter model regresi Poisson seperti yang terangkum dalam Tabel 4.4, dengan nilai AIC yang dihasilkan sebesar 373,07.

Tabel 4.4 Estimasi Parameter Model Regresi Poisson

Parameter	Estimasi	SE	Z	P-value
β_0	7,280	0,7631	9,541	$< 2 \times 10^{-16} *$
β_1	-0,2116	0,02769	-7,642	$2,13 \times 10^{-14} *$
β_2	171,6	22,17	7,739	$1 \times 10^{-14} *$
β_3	0,006499	0,003841	1,692	0,09068 *
β_4	-0,03796	0,004905	-7,738	$1,01 \times 10^{-14} *$
β_5	44,37	8,803	5,040	$4,66 \times 10^{-7} *$
β_6	0,1051	0,01333	7,887	$3,09 \times 10^{-15} *$
β_7	0,1959	0,1413	1,386	0,16561
β_8	-0,01247	0,003861	-3,230	0,00124 *
β_9	-0,003129	0,009625	-0,325	0,74515
β_{10}	0,0000408	0,0000047	8,757	$< 2 \times 10^{-16} *$

*) signifikan dengan taraf nyata 10%

Nilai estimasi parameter yang telah diperoleh lalu diuji signifikansi parameter secara serentak dan parsial sebagaimana diterangkan pada subbab 2.4.2 untuk mengetahui signifikansi pengaruh dari variabel prediktor yang digunakan tersebut dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = \beta_9 = \beta_{10} = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_j \neq 0 \text{ dengan } j = 1, 2, \dots, 10$$

Nilai devians yang diperoleh sebesar 180,82 (Lampiran 6). Pada taraf signifikansi 10%, nilai $\chi^2_{(10;0,10)} = 15,987$. Karena nilai $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(10;0,10)}$, maka diambil keputusan tolak H_0 yang berarti paling sedikit ada satu parameter yang berpengaruh terhadap model. Selanjutnya untuk mengetahui variabel prediktor mana saja yang memberikan pengaruh secara signifikan, dilakukan pengujian parameter secara parsial dengan hipotesis.

$H_0: \beta_j = 0$ (pengaruh variabel ke- j tidak signifikan)

$H_1: \beta_j \neq 0$ (pengaruh variabel ke- j signifikan)

Pada taraf signifikansi 10%, berdasarkan Tabel 4.4 diketahui P_value dari semua parameter kecuali β_7 dan β_9 lebih kecil dari 0,10. Selain itu, nilai $|Z_{hit}|$ dari semua parameter lebih besar dari $Z_{\alpha/2} = 1,645$ kecuali $|Z_{hit}|$ dari β_7 dan β_9 . Dengan demikian diambil keputusan tolak H_0 untuk semua parameter kecuali β_7 dan β_9 yang berarti parameter $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_8$, dan β_{10} signifikan berpengaruh terhadap model, sehingga model regresi Poisson yang dihasilkan dapat dituliskan.

$$\begin{aligned} \hat{\mu} = & \exp(7,280 - 0,2116X_1 + 171,6X_2 + 0,006499X_3 - 0,03796X_4 + \\ & 44,7X_5 + 0,1051X_6 + 0,1959X_7 - 0,01247X_8 - 0,003129X_9 + \\ & 0,0000408X_{10}) \quad , \text{ atau} \\ \ln(\hat{\mu}) = & 7,280 - 0,2116X_1 + 171,6X_2 + 0,006499X_3 - 0,03796X_4 + \\ & 44,7X_5 + 0,1051X_6 + 0,1959X_7 - 0,01247X_8 - 0,003129X_9 \\ & + 0,0000408X_{10} \end{aligned}$$

Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita TB yang terjadi di kota Surabaya meliputi persentase penduduk yang berusia ≥ 65 tahun (X_1), rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk (X_2), persentase jumlah rumah tangga yang memiliki rumah sehat (X_3), persentase rumah tangga yang memiliki air bersih (X_4), persentase penduduk yang terkena AIDS per kecamatan (X_5), rasio jumlah keluarga ber-PHBS per 1000 penduduk (X_6), persentase kegiatan STBM pilar 1 (X_8) serta

kepadatan penduduk (X_{10}). Peningkatan maupun penurunan jumlah penderita TB yang terjadi di kota Surabaya tergantung dari nilai koefisien variabel-variabel yang berpengaruh.

Setiap penambahan 1 persen penduduk berusia ≥ 65 tahun (X_1) maka akan menurunkan rata-rata jumlah penderita TB sebesar $\exp(0,2116) = 1,24 \approx 1$ orang dengan asumsi variabel lain konstan. Hal ini dikarenakan terjadinya korelasi yang kuat antara persentase penduduk yang berusia ≥ 65 tahun dengan rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk yang sebenarnya memiliki kecenderungan untuk meningkatkan rata-rata jumlah penderita TB. Setiap penambahan 1 persen rumah tangga yang memiliki air bersih (X_4) maka akan menurunkan rata-rata jumlah penderita TB sebesar $\exp(0,03796) = 1,04 \approx 1$ orang dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap penambahan 1 persen kegiatan STBM pilar 1 (X_8) maka akan menurunkan rata-rata jumlah penderita TB sebesar $\exp(0,01247) = 1,01 \approx 1$ orang dengan asumsi variabel lain konstan.

Jika persentase penduduk berusia ≥ 65 tahun di Kota Surabaya sebesar 4,65 persen, maka rata-rata jumlah penderita TB di Kota Surabaya menurun sebesar $\exp(0,984) = 2,675 \approx 3$ orang. Jika persentase rumah tangga yang memiliki air bersih di Kota Surabaya sebesar 97,75 persen, maka rata-rata jumlah penderita TB di Kota Surabaya menurun sebesar $\exp(3,71) = 40,878 \approx 41$ orang. Jika persentase kegiatan STBM pilar 1 di Kota Surabaya sebesar 96,08 persen, maka rata-rata jumlah penderita TB di Kota Surabaya menurun sebesar $\exp(1,198) = 3,314 \approx 4$ orang.

4.4 Pemeriksaan Overdispersi

Model regresi Poisson pada data jumlah penderita TB yang terjadi di kota Surabaya tahun 2013 yang telah diperoleh perlu dicek kembali apakah asumsi *equi*-dispersi terpenuhi. Taksiran dispersi diukur dengan nilai devians atau *Pearson's Chi-Square* yang dibagi derajat bebas. Data dikatakan *over* dispersi jika taksiran dispersi lebih besar dari 1 dan *under* dispersi jika taksiran

dispersi kurang dari 1 sebagaimana diterangkan pada subbab 2.5. Nilai devians model regresi Poisson sebesar 180,82 (Lampiran 6) dengan derajat bebas 20 sehingga rasio nilai devians dengan derajat bebasnya bernilai 9,041. Nilai tersebut lebih besar dari angka 1 yang artinya data jumlah penderita TB mengalami kasus *overdispersion*. Regresi Poisson tidak sesuai untuk kasus *overdispersi* karena akan menghasilkan estimasi parameter yang bias dan tidak efisien.

Distribusi yang sering digunakan untuk kasus *overdispersion* adalah binomial negatif. Langkah awal dalam pemodelan regresi binomial negatif adalah penentuan nilai initial θ yang bertujuan untuk meminimumkan parameter dispersi sehingga dapat mengatasi kasus *overdispersi*. Initial θ didapatkan melalui hasil *trial-error* sehingga didapatkan rasio nilai devians dengan derajat bebasnya bernilai 1 yang artinya tidak terdapat kasus *overdispersi*. Berikut ini hasil *trial-error* initial θ .

Tabel 4.5 Nilai Initial θ

Initial θ	Deviance	DF	Deviance/DF
8,541	29,886	20	1,4943
6,541	24,080	20	1,2040
5,241	19,984	20	0,9992
5,246	20,00	20	1

Berdasarkan hasil *trial-error* initial θ didapatkan initial θ yang memiliki rasio nilai devians dengan derajat bebasnya bernilai 1 adalah 5,246 sehingga dilakukan pemodelan regresi binomial negatif dengan initial θ sebesar 5,246.

4.5 Pemodelan Regresi Binomial Negatif

Setelah didapatkan initial θ maka dilakukan pemodelan regresi binomial negatif. Dengan menggunakan metode *maximum likelihood estimation* (MLE) diperoleh nilai penaksir parameter model regresi binomial negatif dengan initial θ sebesar 5,246 seperti yang terangkum dalam Tabel 4.6 sebagai berikut.

Tabel 4.6 Estimasi Parameter Model Regresi Binomial Negatif

Parameter	Estimasi	SE	T	P-value
β_0	8,250	2,526	3,266	0,00387*
β_1	-0,1721	0,09443	-1,823	0,08329*
β_2	178,7	68,83	2,596	0,01727*
β_3	-0,0003224	0,01165	-0,028	0,97819
β_4	-0,04054	0,01759	-2,305	0,03202*
β_5	21,03	25,27	0,832	0,41513
β_6	0,1010	0,05064	1,994	0,05991*
β_7	0,2615	0,3881	0,674	0,50827
β_8	-0,01426	0,01275	-1,118	0,27668
β_9	0,00572	0,03368	0,170	0,86685
β_{10}	0,0000382	0,0000182	2,105	0,04811*

*) signifikan dengan taraf nyata 10%

Nilai estimasi parameter yang telah diperoleh lalu diuji signifikansi parameter secara serentak dan parsial sebagaimana diterangkan pada subbab 2.6.2 untuk mengetahui signifikansi pengaruh dari variabel bebas yang digunakan tersebut dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = \beta_9 = \beta_{10} = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_j \neq 0 \text{ dengan } j = 1, 2, \dots, 10$$

Nilai devians yang diperoleh sebesar 20 (Lampiran 7). Pada taraf signifikansi 10%, nilai $\chi^2_{(10;0,10)} = 15,897$. Karena nilai $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(10;0,10)}$, maka diambil keputusan tolak H_0 yang berarti

paling sedikit ada satu parameter yang berpengaruh terhadap model. Selanjutnya untuk mengetahui variabel bebas mana saja yang memberikan pengaruh secara signifikan, dilakukan pengujian parameter secara parsial dengan hipotesis.

$$H_0: \beta_j = 0 \text{ (pengaruh variabel ke-} j \text{ tidak signifikan)}$$

$$H_1: \beta_j \neq 0 \text{ (pengaruh variabel ke-} j \text{ signifikan)}$$

Pada taraf signifikansi 10%, berdasarkan Tabel 4.4 diketahui P_value dari parameter β_1 , β_2 , β_4 , β_6 , dan β_{10} lebih kecil dari 0,10. Selain itu, nilai $|Z_{hit}|$ dari parameter β_1 , β_2 , β_4 , β_6 , dan β_{10} lebih besar dari $Z_{\alpha/2} = 1,645$. Dengan demikian diambil

keputusan tolak H_0 untuk parameter $\beta_1, \beta_2, \beta_4, \beta_6$, dan β_{10} yang berarti kelima parameter tersebut signifikan berpengaruh terhadap model, sehingga model regresi binomial negatif yang dihasilkan dapat dituliskan.

$$\hat{\mu} = \exp(8,250 - 0,1721X_1 + 178,7X_2 - 0,0003224X_3 - 0,04054X_4 + 21,03X_5 + 0,1010X_6 + 0,2615X_7 - 0,01426X_8 + 0,00572X_9 + 0,0000382) \text{ , atau}$$

$$\ln(\hat{\mu}) = 8,250 - 0,1721X_1 + 178,7X_2 - 0,0003224X_3 - 0,04054X_4 + 21,03X_5 + 0,1010X_6 + 0,2615X_7 - 0,01426X_8 + 0,00572X_9 + 0,0000382X_{10}$$

Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita TB yang terjadi di kota Surabaya meliputi persentase penduduk yang berusia ≥ 65 tahun (X_1), rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk (X_2), persentase rumah tangga yang memiliki air bersih (X_4), rasio jumlah keluarga ber-PHBS per 1000 penduduk (X_6), dan kepadatan penduduk (X_{10}). Peningkatan maupun penurunan jumlah penderita TB yang terjadi di kota Surabaya tergantung dari nilai koefisien variabel-variabel yang berpengaruh, dimana setiap pertambahan 1 persen penduduk berusia ≥ 65 tahun (X_1) maka akan menurunkan rata-rata jumlah penderita TB sebesar $\exp(0,1721) = 1,19 \approx 1$ orang dengan asumsi variabel lain konstan. Hal ini dikarenakan terjadinya korelasi yang kuat antara persentase penduduk yang berusia ≥ 65 tahun dengan rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk yang sebenarnya memiliki kecenderungan untuk meningkatkan rata-rata jumlah penderita TB. Setiap pertambahan 1 persen rumah tangga yang memiliki air bersih (X_4) maka akan menurunkan rata-rata jumlah penderita TB sebesar $\exp(0,04054) = 1,04 \approx 1$ orang dengan asumsi variabel lain konstan.

Jika persentase penduduk berusia ≥ 65 tahun di Kota Surabaya sebesar 4,65 persen, maka rata-rata jumlah penderita TB di Kota Surabaya menurun sebesar $\exp(0,8003) = 2,226 \approx 3$ orang. Jika persentase rumah tangga yang memiliki air bersih di

Kota Surabaya sebesar 97,75 persen, maka rata-rata jumlah penderita TB di Kota Surabaya menurun sebesar $\exp(3,963) = 52,604 \approx 53$ orang.

Hasil pemodelan regresi binomial negatif diperoleh nilai devians yang lebih kecil (20,00) daripada regresi Poisson (180,82) nilai AIC yang lebih kecil (279,71) daripada regresi Poisson (373,07) sehingga dapat disimpulkan bahwa regresi regresi binomial negatif lebih baik daripada regresi Poisson. Selain itu, pada regresi binomial negatif diketahui nilai devians dibagi derajat bebasnya adalah 1, sehingga dapat disimpulkan, regresi binomial negatif dapat mengatasi overdispersi pada regresi Poisson. Variabel yang signifikan pada regresi Poisson adalah persentase penduduk yang berusia ≥ 65 tahun (X_1), rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk (X_2), persentase jumlah rumah tangga yang memiliki rumah sehat (X_3), persentase rumah tangga yang memiliki air bersih (X_4), persentase penduduk yang terkena AIDS per kecamatan (X_5), rasio jumlah keluarga ber-PHBS per 1000 penduduk (X_6), persentase kegiatan STBM pilar 1 (X_8) serta kepadatan penduduk (X_{10}), sedangkan pada regresi binomial negatif, persentase jumlah rumah tangga yang memiliki rumah sehat (X_3), persentase penduduk yang terkena AIDS per kecamatan (X_5), dan persentase kegiatan STBM pilar 1 (X_8) tidak signifikan terhadap variabel respon.

4.6 Pengujian Aspek Data Spasial

Sebelum melakukan analisis pemodelan GWPR, lebih dahulu dilakukan pengujian spasial. Dalam pengujian aspek spasial terdapat dua pengujian yaitu heterogenitas spasial dan dependensi spasial sebagaimana diterangkan pada subbab 2.7. Pengujian heterogenitas spasial dilakukan untuk mengetahui adanya keragaman spasial pada data jumlah penderita TB dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Adanya perbedaan karakteristik antara satu titik pengamatan dengan titik pengamatan lainnya dapat dilihat melalui pengujian heterogenitas

spasial menggunakan metode *Breusch-Pagan* dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_{31}^2 \quad (\text{karakteristik antar lokasi sama})$$

$$H_1: \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 \quad (\text{karakteristik antar lokasi berbeda})$$

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai statistik uji *Breusch-Pagan* sebesar 15,0743 (Lampiran 8) dengan *P-value* 0,1294. Dengan jumlah parameter 10 dan digunakan α sebesar 15% maka didapatkan $\chi^2_{(10;0,15)}$ sebesar 14,534. Karena nilai $BP > \chi^2_{(10;0,15)}$ maka diambil keputusan tolak H_0 yang berarti variansi antarlokasi tidak sama atau terdapat perbedaan karakteristik antara satu titik pengamatan dengan titik pengamatan lainnya.

Pengujian selanjutnya adalah pengujian dependensi spasial untuk mengetahui apakah pengamatan suatu lokasi berpengaruh terhadap pengamatan dilokasi lain yang berdekatan. Pengujian dependensi spasial dapat dilakukan dengan statistik uji Moran's I dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: I_m = 0 \quad (\text{tidak ada dependensi antar lokasi})$$

$$H_1: I_m \neq 0 \quad (\text{terdapat dependensi antar lokasi})$$

Berdasarkan hasil pengujian dengan matriks pembobot berupa jarak titik koordinat diperoleh statistik uji Indeks Moran's (\hat{I}) sebesar 0,03999 dengan nilai $E(\hat{I}) = -0,03333$ dan $se(\hat{I}) = 0,02847$ sehingga diperoleh hasil perhitungan Z_I menggunakan persamaan (2.20) adalah sebagai berikut.

$$Z_I = \frac{(0,03999 - (-0,03333))}{0,02847} = 2,579$$

Dengan taraf nyata 15% maka didapatkan $Z_{0,075}$ sebesar 1,4395. Karena nilai $Z_I > Z_{0,075}$ atau *P-value* $< 0,15$ maka diambil

keputusan tolak H_0 sehingga didapatkan kesimpulan bahwa terdapat dependensi antar lokasi yang berarti pengamatan suatu lokasi bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Berdasarkan kesimpulan pengujian heterogenitas spasial yang menyatakan terdapat perbedaan karakteristik antara satu titik pengamatan dengan titik pengamatan lainnya dan hasil pengujian dependensi spasial yang menyatakan pengamatan suatu lokasi bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Selanjutnya, dilakukan analisis pemodelan dengan menggunakan metode GWPR untuk melihat variabel yang berpengaruh pada setiap lokasi.

4.7 Pemodelan GWPR

Sebagaimana dijelaskan pada sub bab 2.8, model GWPR merupakan pengembangan dari regresi Poisson yang memperhatikan pembobot lokasi. Metode GWPR digunakan untuk melihat variabel yang berpengaruh terhadap jumlah penderita TB pada setiap kecamatan di Surabaya. Langkah awal yang dilakukan sebelum melakukan pemodelan GWPR adalah menentukan letak geografis masing-masing kecamatan di Kota Sura. Kemudian menentukan *bandwidth* optimum menggunakan kriteria CV dan digunakan dalam menentukan pembobot untuk melakukan penaksiran parameter. Dari hasil analisis GWPR dengan fungsi kernel *Fixed Gaussian* diperoleh *best bandwidth size* sebesar 0.063 (Lampiran 10).

Langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah mencari matriks pembobot. Sebelum dilakukan penghitungan matriks pembobot, langkah yang dilakukan adalah menentukan jarak (d_{ij}) antar kecamatan di Surabaya dengan penghitungan matriks pembobot dilakukan menggunakan fungsi kernel *Fixed Gaussian* seperti pada Persamaan (2.33).

Sebagai contoh Kecamatan Sawahan dengan jumlah penderita TB tertinggi yang digunakan sebagai titik pusat, sehingga diperoleh jarak *Euclid* Kecamatan Sawahan dengan

kecamatan lain di Surabaya yang ditampilkan pada Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Jarak *Euclid* dan Pembobot GWPR dengan Fungsi Kernel *Fixed Gaussian*

Kecamatan	d_{ij}	w_{ij}	Kecamatan	d_{ij}	w_{ij}
Tegalsari	0,0156	0,9405	Sambikerep	0,0662	0,3315
Simokerto	0,0468	0,5759	Lakarsantri	0,0842	0,1676
Genteng	0,0256	0,8478	Bulak	0,0789	0,2084
Bubutan	0,0282	0,8184	Kenjeran	0,0765	0,2289
Gubeng	0,0315	0,7788	Semampir	0,0653	0,3415
Gunung Anyar	0,0942	0,1069	Pabean Cantikan	0,0527	0,4967
Sukulilo	0,0845	0,1655	Krembangan	0,0467	0,5772
Tambaksari	0,0532	0,4901	Wonokromo	0,0264	0,8390
Mulyorejo	0,0719	0,2719	Wonocolo	0,0561	0,4525
Rungkut	0,0908	0,1253	Wiyung	0,0451	0,5990
Tenggilis	0,0611	0,3904	Karang Pilang	0,0682	0,3098
Benowo	0,0874	0,1459	Jambangan	0,0505	0,5260
Pakal	0,1149	0,0359	Gayungan	0,0545	0,4731
Asemrowo	0,0477	0,5637	Dukuh Pakis	0,0276	0,8254
Sukomanunggal	0,0223	0,8822	Sawahan	0,0000	1,0000
Tandes	0,0510	0,5193			

Tabel 4.7 merupakan nilai jarak *Euclid* (d_{ij}) dengan pusat Kecamatan Sawahan dan nilai diagonal matriks pembobot (w_{ij}) pada Kecamatan Sawahan. Misalnya pada Kecamatan Tegalsari(i) dengan Kecamatan Sawahan(j) diperoleh hasil perhitungan jarak *Euclid* berdasarkan data koordinat pada Lampiran 1 dan pembobot sebagai berikut.

$$d_{ij} = \sqrt{(7,2743 - 7,2738)^2 + (112,7370 - 112,7215)^2} = 0,0156$$

$$w_{ij} = \exp\left(-\left(0,0156/0,063\right)^2\right) = 0,9405$$

Matriks pembobot yang digunakan untuk menaksir model GWPR di Kecamatan Sawahan berbentuk matriks diagonal sebagai berikut.

$$W(u_{31}, v_{31}) = \text{diag} \begin{bmatrix} W_1(u_{31}, v_{31}) & W_2(u_{31}, v_{31}) & \dots & W_{31}(u_{31}, v_{31}) \end{bmatrix} \\ = \text{diag} [0,9405 \quad 0,5759 \quad \dots \quad 1,0000]$$

Matriks pembobot di atas hanya digunakan untuk menaksir parameter di Kecamatan Sawahan. Untuk melakukan penaksiran di kecamatan lain di Surabaya dilakukan dengan cara perhitungan yang sama, tetapi hasil yang didapatkan berbeda antara satu wilayah dengan wilayah lainnya seperti pada Lampiran 11.

4.7.1 Uji Kesamaan Model Regresi Poisson dengan GWPR

Pengujian kesamaan model GWPR dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antara model regresi Poisson dan GWPR dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : (\beta_j(u_i, v_i)) = \beta_j ; i = 1, 2, \dots, 31 \text{ dan } j = 0, 1, 2, \dots, 10$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } (\beta_j(u_i, v_i)) \neq \beta_j$$

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh statistik uji sebagaimana diterangkan pada subbab 2.8.2 poin 1 adalah sebagai berikut.

Tabel 4.8 Uji Kesamaan Model Regresi Poisson dengan GWPR

Model	Devians	Df	Devians/df	F _{hitung}
Global	180,818	20,000	9,041	0,983
GWPR	117,728	12,797	9,199	

Pada Tabel 4.8 diperoleh nilai F_{hitung} dengan menggunakan Persamaan (2.35) adalah 0,983 yang lebih kecil dari $F_{(0.10;20;13)}$ sebesar 2,007 sehingga diperoleh keputusan gagal tolak H_0 yang berarti tidak terdapat perbedaan model regresi Poisson dengan GWPR pada taraf signifikan 10%. Hal tersebut dapat diartikan bahwa sebenarnya data jumlah penderita TB di Kota Surabaya tidak layak dianalisis menggunakan metode *Geographically Weighted Poisson Regression*, hal itu juga didukung adanya dependensi spasial antar lokasi pada hasil uji dependensi spasial. Selanjutnya, metode ini tetap digunakan karena tujuan penelitian ini yaitu untuk mendapatkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penderita TB pada setiap kecamatan di Surabaya.

4.7.2 Uji Serentak Parameter Model GWPR

Pengujian parameter secara serentak pada model GWPR dilakukan untuk mengetahui apakah parameter berpengaruh signifikan terhadap model dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \dots = \beta_{10}(u_i, v_i) = 0, i = 1, 2, \dots, 31$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq 0, j = 1, 2, \dots, 10$$

Hasil pengujian menggunakan *software* diperoleh nilai devians $D(\hat{\beta})$ sebesar 117,7282 (Lampiran 12). Pada taraf signifikansi 10%, nilai $\chi^2_{(10;0,10)} = 15.987$ sehingga diperoleh keputusan tolak H_0 karena nilai $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(10;0,10)}$ yang berarti paling sedikit ada satu parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model.

4.7.3 Uji Parsial Parameter Model GWPR

Pengujian parameter secara parsial pada model GWPR dilakukan untuk mengetahui parameter mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap model dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq 0, j = 1, 2, \dots, 10$$

Pengujian parsial model menggunakan statistik uji T_{hitung} dari masing-masing parameter yang diperoleh dari nilai estimasi parameter dibagi dengan nilai *standard error*-nya sesuai dengan Persamaan (2.34). Nilai statistik uji Z_{hitung} dibandingkan dengan nilai $Z_{\alpha/2}$ pada taraf signifikan 10% sebesar 1,645. Parameter dikatakan signifikan terhadap model apabila nilai $|Z_{hitung}| > Z_{(0,075)}$. Nilai estimasi parameter dari Kecamatan Sawahan sebagai pusat perhitungan jarak *Euclid* disajikan pada Tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9 Uji Parsial Model GWPR pada Kecamatan Sawahan

Parameter	Estimasi	SE	Z _{hitung}
β_0	3,716	0,032	115,5986*
β_1	-0,292	0,035	-8,3013*
β_2	0,308	0,039	7,9119*
β_3	0,104	0,037	2,796*
β_4	-0,195	0,026	-7,553*
β_5	0,283	0,042	6,667*
β_6	0,248	0,031	7,908*
β_7	0,023	0,038	0,599
β_8	-0,065	0,030	-2,162*
β_9	-0,035	0,022	-1,565
β_{10}	0,276	0,033	8,376*

*) signifikan dengan taraf nyata 10%

Pada Tabel 4.9 diketahui bahwa variabel-variabel yang berpengaruh signifikan untuk Kecamatan Sawahan terletak pada semua variabel kecuali parameter β_7 dan β_9 . Model GWPR yang dihasilkan dapat dituliskan sebagai berikut

$$\hat{\mu} = \exp(3,716 - 0,292X_1 + 0,308X_2 + 0,104X_3 - 0,195X_4 + 0,283X_5 + 0,248X_6 + 0,023X_7 - 0,065X_8 - 0,035X_9 + 0,276X_{10}) \text{ , atau}$$

$$\ln(\hat{\mu}) = 3,716 - 0,292X_1 + 0,308X_2 + 0,104X_3 - 0,195X_4 + 0,283X_5 + 0,248X_6 + 0,023X_7 - 0,065X_8 - 0,035X_9 + 0,276X_{10})$$

Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita TB yang terjadi di Kecamatan Sawahan pada pengujian parsial model GWPR meliputi persentase penduduk yang berusia ≥ 65 tahun (X_1), rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk (X_2), persentase jumlah rumah tangga yang memiliki rumah sehat (X_3), persentase rumah tangga yang memiliki air bersih (X_4), persentase penduduk yang terkena AIDS per kecamatan (X_5), rasio jumlah keluarga ber-PHBS per 1000 penduduk (X_6),

persentase kegiatan STBM pilar 1 (X_8), dan kepadatan penduduk (X_{10}). Peningkatan maupun penurunan jumlah penderita TB yang terjadi di kota Surabaya tergantung dari nilai koefisien variabel-variabel yang berpengaruh, sehingga dapat diinterpretasikan bahwa setiap penambahan 1 persen penduduk berusia ≥ 65 tahun (X_1) maka akan menurunkan rata-rata jumlah penderita TB sebesar $\exp(-0,292) = 0,75 \approx 1$ orang dengan asumsi variabel lain konstan. Hal ini dikarenakan terjadinya korelasi yang kuat antara persentase penduduk yang berusia ≥ 65 tahun dengan rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk yang sebenarnya memiliki kecenderungan untuk meningkatkan rata-rata jumlah penderita TB.

Setiap penambahan 1 sarana kesehatan per 1000 penduduk (X_2) maka akan meningkatkan rata-rata jumlah penderita TB sebesar $\exp(0,308) = 1,36 \approx 1$ orang dengan asumsi variabel lain konstan. Hal ini dikarenakan pada penambahan jumlah sarana kesehatan tidak diimbangi dengan tersedianya tenaga medis yang memadai mengingat pada Kecamatan Sawahan, rasio sarana kesehatan masuk dalam kategori sedang dan tenaga medis masuk dalam kategori rendah. Setiap penambahan 1 persen jumlah rumah tangga yang memiliki rumah sehat (X_3) maka akan meningkatkan rata-rata jumlah penderita TB sebesar $\exp(0,104) = 1,11 \approx 1$ orang dengan asumsi variabel lain konstan. Hal ini dikarenakan keberadaan rumah sehat pada Kecamatan Sawahan yang masuk dalam kategori sedang tidak dibarengi dengan jumlah penduduk yang sesuai di mana kepadatan penduduk di Kecamatan Sawahan masuk dalam kategori tinggi sebesar 20516 jiwa/km².

Setiap penambahan 1 persen rumah tangga yang memiliki air bersih (X_4) maka akan menurunkan rata-rata jumlah penderita TB sebesar $\exp(0,195) = 1,22 \approx 1$ orang dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap penambahan 1 persen penduduk yang terkena AIDS per kecamatan (X_5) maka akan meningkatkan rata-rata jumlah penderita TB sebesar $\exp(0,283) = 1,33 \approx 1$ orang dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap penambahan 1 keluarga ber-

PHBS per 1000 penduduk (X_6) maka akan meningkatkan rata-rata jumlah penderita TB sebesar $\exp(0,248) = 1,28 \approx 1$ orang dengan asumsi variabel lain konstan. Hal ini dikarenakan keluarga yang ber-PHBS menjalankan pola hidup bersih dan sehat sesuai dengan pengetahuan pribadi dan tidak didasarkan pada anjuran/ tips dari tenaga medis atau lembaga kesehatan yang melakukan kegiatan penyuluhan.

Setiap penambahan 1 kegiatan STBM pilar 1 (X_8) maka akan menurunkan rata-rata jumlah penderita TB sebesar $\exp(0,065) = 1,07 \approx 1$ orang dengan asumsi variabel lain konstan. Hal ini dikarenakan banyaknya pilar yang diukur dalam kegiatan sanitasi total berbasis masyarakat. Setiap penambahan 1 jiwa per km^2 (X_{10}) maka akan meningkatkan rata-rata jumlah penderita TB sebesar $\exp(0,276) = 1,32 \approx 1$ orang dengan asumsi variabel lain konstan.

Sebagai contoh dengan menganggap variabel prediktor lain konstan, jika persentase rumah tangga yang memiliki air bersih di Kecamatan Sawahan sebesar 25 persen, maka rata-rata jumlah penderita TB di Kecamatan Sawahan menurun sebesar $\exp(4,875) = 130,97 \approx 131$ orang. Jika persentase penduduk yang terkena AIDS di Kecamatan Sawahan sebesar 0,04 persen, maka rata-rata jumlah penderita TB di Kecamatan Sawahan meningkat sebesar $\exp(0,01132) = 1,0114 \approx 1$ orang.

Berikut ini merupakan daftar variabel-variabel yang signifikan pada setiap kecamatan dilihat dari nilai estimasi parameter model GWPR pada Lampiran 13.

Tabel 4.10 Variabel yang Signifikan pada Model GWPR dengan Pembobot Fungsi Kernel *Fixed Gaussian*

Kecamatan	Variabel yang Signifikan
Tegalsari	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
Simokerto	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
Genteng	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
Bubutan	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$

Tabel 4.10 (Lanjutan)

Kecamatan	Variabel yang Signifikan
Gubeng	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
Gunung Anyar	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
Sukulilo	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
Tambaksari	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
Mulyorejo	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
Rungkut	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
Tenggilis	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
Benowo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_{10}$
Pakal	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_{10}$
Asemrowo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_{10}$
Sukomanunggal	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_{10}$
Tandes	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_{10}$
Sambikerep	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_{10}$
Lakarsantri	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_{10}$
Bulak	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
Kenjeran	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
Semampir	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
Pabean Cantikan	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
Krembangan	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
Wonokromo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
Wonocolo	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
Wiyung	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_{10}$
Karang Pilang	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_{10}$
Jambangan	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_{10}$
Gayungan	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_8, X_{10}$
Dukuh Pakis	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_{10}$
Sawahan	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_8, X_{10}$

Tabel 4.10 menginformasikan bahwa terdapat kecamatan yang memiliki kesamaan variabel yang berpengaruh signifikan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa terdapat kesamaan karakteristik antar kecamatan yang satu dengan yang lain. Oleh karena itu dilakukan pengelompokan kecamatan yang memiliki kesamaan variabel yang signifikan seperti pada Tabel 4.11 berikut.

Tabel 4.11 Pengelompokkan Kecamatan Menurut Kesamaan Variabel yang Signifikan pada Model GWPR

Kelompok	Kecamatan	Variabel yang Signifikan
1	Tegalsari, Simokerto, Genteng, Bubutan, Gubeng, Semampir, Pabean Cantikan, Krembangan, Wonokromo.	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
2	Gunung Anyar, Sukolilo, Tambaksari, Mulyorejo, Rungkut, Tenggilis, Bulak, Kenjeran, Wonocolo.	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$
3	Benowo, Pakal, Tandes, Sambikerep, Lakarsantri, Wiyung, Karang Pilang, Dukuh Pakis	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_{10}$
4	Asemrowo, Sukomanunggal.	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_{10}$
5	Jambangan	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_{10}$
6	Gayungan.	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_8, X_{10}$
7	Sawahan.	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_8, X_{10}$

Tabel 4.11 menunjukkan bahwa kecamatan di Surabaya yang memiliki kesamaan variabel yang berpengaruh signifikan pada model GWPR terbagi menjadi tujuh kelompok kecamatan. Kelompok pertama terdiri dari 9 kecamatan dengan sembilan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus TB yaitu persentase penduduk yang berusia ≥ 65 tahun (X_1), rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk (X_2), persentase jumlah rumah tangga yang memiliki rumah sehat (X_3), persentase rumah tangga yang memiliki air bersih (X_4), persentase penduduk yang terkena AIDS per kecamatan (X_5), rasio jumlah keluarga ber-PHBS per 1000 penduduk (X_6), persentase kegiatan STBM

pilar 1 (X_8), persentase jumlah kegiatan penyuluhan tentang kesehatan (X_9), dan kepadatan penduduk (X_{10}).

Kelompok kedua terdiri dari 9 kecamatan dengan delapan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus TB yaitu persentase penduduk yang berusia ≥ 65 tahun (X_1), rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk (X_2), persentase rumah tangga yang memiliki air bersih (X_4), persentase penduduk yang terkena AIDS per kecamatan (X_5), rasio jumlah keluarga ber-PHBS per 1000 penduduk (X_6), persentase kegiatan STBM pilar 1 (X_8), persentase jumlah kegiatan penyuluhan tentang kesehatan (X_9), dan kepadatan penduduk (X_{10}). Kelompok ketiga terdiri dari 8 kecamatan dengan delapan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus TB yaitu persentase penduduk yang berusia ≥ 65 tahun (X_1), rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk (X_2), persentase jumlah rumah tangga yang memiliki rumah sehat (X_3), persentase rumah tangga yang memiliki air bersih (X_4), persentase penduduk yang terkena AIDS per kecamatan (X_5), rasio jumlah keluarga ber-PHBS per 1000 penduduk (X_6), rasio jumlah tenaga medis per 1000 penduduk (X_7), dan kepadatan penduduk (X_{10}).

Pada kelompok empat yang terdiri dari Kecamatan Asemrowo dan Sukomanunggal, semua variabel berpengaruh kecuali rasio jumlah tenaga medis per 1000 penduduk (X_7), persentase kegiatan STBM pilar 1 (X_8), dan persentase jumlah kegiatan penyuluhan tentang kesehatan (X_9). Pada kelompok lima yang terdiri dari Kecamatan Jambangan, semua variabel berpengaruh kecuali persentase jumlah rumah tangga yang memiliki rumah sehat (X_3) dan persentase jumlah kegiatan penyuluhan tentang kesehatan (X_9). Pada kelompok enam yang terdiri dari Kecamatan Gayungan, semua variabel berpengaruh kecuali persentase jumlah rumah tangga yang memiliki rumah sehat (X_3), rasio jumlah tenaga medis per 1000 penduduk (X_7), dan persentase jumlah kegiatan penyuluhan tentang kesehatan (X_9). Pada kelompok tujuh yang terdiri dari Kecamatan Sawahan, semua variabel berpengaruh kecuali rasio jumlah tenaga medis

per 1000 penduduk (X_7) dan persentase jumlah kegiatan penyuluhan tentang kesehatan (X_9).

Pengelompokan wilayah kecamatan di Kota Surabaya berdasarkan kesamaan variabel yang signifikan disajikan dalam peta tematik pada Gambar 4.12 berikut



Gambar 4.12 Kelompok Kecamatan Menurut Variabel yang Signifikan

Gambar 4.12 menunjukkan pengelompokan wilayah kecamatan yang memiliki kesamaan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus TB di Surabaya yang terbagi menjadi tujuh kelompok. Sebagian besar kecamatan di Surabaya berada dalam kelompok 1 (biru) yang terdiri dari 9 kecamatan yaitu Kecamatan Tegalsari, Simokerto, Genteng, Bubutan, Gubeng, Semampir, Pabean Cantikan, dan Wonokromo dengan sembilan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap wilayah tersebut. Kelompok 2 (merah) terdiri dari 9 kecamatan yaitu Kecamatan Gunung Anyar, Sukolilo, Tambaksari, Mulyorejo, Rungkut, Tenggilis, Bulak, Kenjeran, dan Wonocolo dengan delapan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap wilayah

tersebut. Kelompok 3 (hijau) terdiri dari 8 kecamatan yaitu Kecamatan Benowo, Pakal, Tandes, Sambikerep, Lakarsantri, Wiyung, Karang Pilang, dan Dukuh Pakis dengan delapan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap wilayah tersebut. Kelompok 4 (abu) terdiri dari Kecamatan Asemrowo dan Sukomanunggal dengan tujuh variabel yang berpengaruh signifikan terhadap wilayah tersebut. Kelompok 5 (ungu) terdiri dari Kecamatan Jambangan dengan delapan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap wilayah tersebut. Kelompok 6 (oranye) terdiri dari Kecamatan Gayungan dengan tujuh variabel yang berpengaruh signifikan terhadap wilayah tersebut. Kelompok 7 (kuning) terdiri dari Kecamatan Sawahan dengan delapan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap wilayah tersebut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan pada Bab IV, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Jumlah penderita TB di Surabaya memiliki pola menyebar yang mengindikasikan bahwa terdapat pengaruh spasial pada kasus TB. Jumlah penderita TB tertinggi di Surabaya berada di Kecamatan Sawahan, sedangkan jumlah penderita TB terendah berada di Kecamatan Tenggilis dan Gayungan.
2. Hasil pemodelan jumlah penderita TB berdasarkan kecamatan di Surabaya dengan GWPR diperoleh faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita TB di seluruh kecamatan di Surabaya meliputi persentase penduduk yang berusia ≥ 65 tahun (X_1), rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk (X_2), persentase rumah tangga yang memiliki air bersih (X_4), persentase penduduk yang terkena AIDS per kecamatan (X_5), rasio jumlah keluarga ber-PHBS per 1000 penduduk (X_6), dan kepadatan penduduk (X_{10}). Peningkatan maupun penurunan jumlah penderita TB yang terjadi per kecamatan di Surabaya tergantung pada nilai koefisien setiap variabel-variabel yang berpengaruh.

5.2 Saran

Pada penelitian ini masih terdapat permasalahan yang belum dikaji lebih dalam, di antaranya mengenai pemenuhan aspek spasial yang tidak memenuhi untuk uji dependensi spasial dan pada uji kesamaan model GWPR yang mengindikasikan ketidaklayakan penggunaan metode GWPR karena tidak ada perbedaan model regresi Poisson dengan GWPR. Hal tersebut dirasa penting untuk dijadikan bahan pertimbangan dan pemikiran dalam penelitian ini, diantaranya adalah pemilihan variabel bebas

yang diduga menjadi faktor-faktor pengaruh jumlah penderita TB di Surabaya yang mendukung adanya spasial atau pembeda geografis suatu daerah mengingat secara teoris terdapat aspek spasial yang seharusnya berpengaruh terhadap jumlah penderita TB karena adanya tingkat kerawanan penyebaran penyakit TB yang berbeda di setiap wilayah di Surabaya.

Saran yang dapat direkomendasikan pada penelitian selanjutnya adalah dapat melanjutkan hasil pemodelan yang dapat mengatasi kasus overdispersi yaitu metode *Geographically Weighted Binomial Negative Regression* (GWBNR) dengan menambah faktor yang mendukung aspek geografis atau dengan metode *Generalized Poisson Regression* (GPR) jika tidak ditemukan aspek spasial. Sedangkan saran yang dapat disampaikan untuk pihak Dinas Kesehatan Pemerintah Kota Surabaya diantaranya adalah perlu diadakan penyuluhan khusus tentang penyakit TB terutama pada penduduk berusia ≥ 65 tahun yang sangat rentan terhadap penyakit TB karena daya tahan tubuh yang berkurang akibat usia, selain itu juga perlu adanya penyuluhan tentang penyakit AIDS untuk mengurangi persentase penduduk yang menderita AIDS karena variabel tersebut sangat berpengaruh signifikan dalam meningkatkan jumlah penderita TB.

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. 2002. *Categorical Data Analysis Second Edition*. New York : John Wiley & Sons.
- Anselin, L. 1998. *GIS Research Infrastructure for Spatial Analysis of Real Estate Markets*. Journal of Housing Research. 9 (1) : 113-133.
- Bloom, B. 1994. *Tuberculosis pathogenesis protection and control*. Howard H, editor. Washington DC : Albert Einstein Collage ASM.
- BPS. 2014. *Statistical Yearbook of Indonesia 2014*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Cameron, A.C. dan Trivedi, P.K. 1998. *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge: Camb Cambridge University Press.
- Collin, S. 2010. *An Application of Geographically Weighted Poisson Regression*. Canada : University of Newfoundland.
- Danusantoso, H. 1999. *Ilmu penyakit paru*. Jakarta : Penerbit Hipokrates.
- Draper, N. dan Smith, H. 1992. *Analisis Regresi Terapan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Enarson, D.A., Chen, Y.C., dan Murray, J.F. 2004. *Global epidemiology of tuberculosis*. In: Rom WN, Garay SM, Blomm BR, editors. Tuberculosis. Philadelphia: Lippincott william & wilkins.
- Fotheringham, A.S., Brunsdon, C., dan Charlton, M. 2002. *Geographically Weighted Regression: the Analysis of Spatially Varying Relationships*. Chichester: Wiley.
- Gklinis. 2004. *Pengobatan tuberculosis paru masih menjadi masalah*. Jakarta
- Gultom, Z.A. 2014. *Pemetaan Penyakit Tuberkulosis di Kota Surabaya Tahun 2012, Analisa Statistik Multivariat*. Surabaya: Program Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Hilbe, J. 2011. *Negative Binomial Regression, Second Edition*. New York: Cambridge University Press.
- Hocking, R. 2003. *Methods and Application of Linear Models*. Canada: John Wiley and Sons Inc.
- Hosmer, D.W. dan Lemeshow, S. 1995. *Applied Logistic Regression*. New York : John Wiley and Sons Inc.
- Lestari, R.D. 2014. *Pemodelan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kasus Penyakit Tuberkulosis di Jawa Timur dengan Pendekatan Generalized Poisson Regression (GPR) dan Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)*. Surabaya: Program Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nakaya, T., Fotheringham, A.S., dan Brudson, C. 2005. *Geographically Weighted Poisson Regression for Disease Association Mapping, Statistics in Medicine*. Volume 24 Issue 17, pages 2695-2717.
- Paradis, E. 2006. *Analysis of Phylogenetics and Evolution with R*. New York: Springer.
- Rani, I.P. 2011. *Pemodelan Jumlah Penderita Tuberculosis (TB) di Jawa Timur Tahun 2010 dengan Menggunakan Metode Geographically Wighted Regression*. Surabaya: Program Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sugiyono. 2004. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: CV. ALfabeta
- Suryo, J. 2010. *HERBAL Penyembuh Gangguan Sistem Pernapasan*. Yogyakarta: B First.
- Walpole, R.E. 1995. *Pengantar Statistik Edisi 3 Alih Bahasa: Bambang Sumantri*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- WHO. *Global Tuberculosis Control WHO Report*. 2011:1-111.

Lampiran 1. Data Penelitian

No.	Kecamatan	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6
1	Tegalsari	59	6,224	0,005	72,499	99,581	0,014	6,253
2	Simokerto	68	6,274	0,004	83,097	90,371	0,007	4,453
3	Genteng	39	7,515	0,004	88,463	88,370	0,008	2,673
4	Bubutan	43	6,018	0,002	74,062	99,700	0,007	11,560
5	Gubeng	46	7,091	0,005	77,486	100,000	0,006	4,963
6	Gunung Anyar	14	3,243	0,001	100,000	100,000	0,008	1,823
7	Sukulilo	36	3,929	0,006	81,103	100,000	0,007	2,512
8	Tambaksari	125	5,307	0,003	86,737	98,370	0,008	7,879
9	Mulyorejo	39	4,587	0,003	89,096	99,486	0,007	4,196
10	Rungkut	59	3,398	0,002	93,136	76,693	0,005	4,497
11	Tenggilis	10	3,561	0,001	82,897	100,000	0,001	1,041
12	Benowo	25	3,074	0,003	55,426	100,000	0,015	4,286
13	Pakal	14	3,428	0,002	87,863	100,000	0,002	1,390
14	Asemrowo	29	2,734	0,001	70,966	100,000	0,014	0,856
15	Sukomanunggal	47	3,864	0,003	68,501	99,959	0,006	4,398
16	Tandes	59	4,016	0,004	82,600	100,000	0,009	3,243
17	Sambikerep	16	4,911	0,002	89,380	100,000	0,000	2,683
18	Lakarsantri	39	3,993	0,003	73,422	99,936	0,002	2,092
19	Bulak	16	4,224	0,001	74,153	100,000	0,021	1,657
20	Kenjeran	99	2,586	0,004	77,030	95,374	0,006	4,495
21	Semampir	130	4,430	0,003	79,431	87,553	0,009	5,586
22	Pabean Cantikan	44	5,721	0,004	66,999	99,209	0,010	2,630
23	Krembangan	104	4,955	0,005	74,868	96,041	0,015	3,185
24	Wonokromo	60	6,713	0,009	82,063	100,000	0,009	5,913
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
28	Jambangan	13	4,168	0,001	80,285	100,000	0,008	2,908
29	Gayungan	10	5,054	0,003	96,004	100,000	0,005	1,961
30	Dukuh Pakis	33	4,318	0,002	78,004	100,000	0,015	2,331
31	Sawahan	150	5,978	0,004	82,221	99,503	0,014	9,296

Lampiran 1. (Lanjutan)

No.	Kecamatan	X7	X8	X9	X10	U	V
1	Tegalsari	0,015	94,281	14,464	20324,71	7,2743	112,7370
2	Simokerto	0,106	98,741	4,057	31193,82	7,2397	112,7535
3	Genteng	0,023	94,510	2,205	11735,89	7,2604	112,7433
4	Bubutan	0,093	98,864	1,136	22287,82	7,2466	112,7291
5	Gubeng	0,242	98,839	3,991	16334,42	7,2654	112,7518
6	Gunung Anyar	0,316	96,274	0,752	6515,86	7,3391	112,7893
7	Sukulilo	0,026	99,272	3,039	5153,69	7,2906	112,8043
8	Tambaksari	0,407	78,858	1,013	23203,67	7,2510	112,7695
9	Mulyorejo	0,200	98,718	1,034	13923,67	7,2686	112,7931
10	Rungkut	0,025	99,311	5,029	5850,57	7,3166	112,8015
11	Tenggilis	0,085	99,236	1,694	13370,65	7,3239	112,7565
12	Benowo	0,171	98,868	0,798	2322,49	7,2286	112,6466
13	Pakal	0,355	99,376	1,908	2189,61	7,2318	112,6145
14	Asemrowo	0,102	59,893	0,261	2816,77	7,2388	112,6890
15	Sukomanunggal	0,027	99,705	1,821	11102,49	7,2705	112,6994
16	Tandes	0,029	98,160	4,216	9484,19	7,2570	112,6733
17	Sambikerep	0,014	100,000	1,085	2934,5	7,2751	112,6553
18	Lakarsantri	1,201	99,796	5,695	3326,19	7,3227	112,6529
19	Bulak	0,009	94,331	0,798	6534,83	7,2323	112,7886
20	Kenjeran	0,288	99,180	4,247	19310,67	7,2163	112,7719
21	Semampir	0,027	92,754	1,458	17605,94	7,2145	112,7488
22	Pabean Cantikan	0,470	99,607	1,729	10397,94	7,2223	112,7326
23	Krembangan	0,034	97,666	8,744	13025,9	7,2272	112,7245
24	Wonokromo	0,877	97,278	5,874	9548,42	7,2942	112,7383
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
28	Jambangan	0,084	98,515	6,907	11286,16	7,3240	112,7156
29	Gayungan	0,011	98,856	0,317	7168,53	7,3281	112,7267
30	Dukuh Pakis	0,011	95,959	1,653	6583,6	7,2916	112,7003
31	Sawahan	0,130	97,607	5,239	20516,06	7,2738	112,7215

Keterangan :

Y : Jumlah penderita penyakit TB menurut kecamatan di Surabaya

X_1 : Persentase penduduk yang berusia ≥ 65 tahun

X_2 : Rasio jumlah sarana kesehatan per 1000 penduduk

X_3 : Persentase jumlah rumah tangga yang memiliki rumah sehat

X_4 : Persentase rumah tangga yang memiliki air bersih

X_5 : Persentase penduduk yang terkena AIDS per kecamatan

X_6 : Rasio jumlah keluarga berperilaku hidup bersih dan sehat (PBHS) per 1000 penduduk

X_7 : Rasio jumlah tenaga medis per 1000 penduduk

X_8 : Persentase kegiatan sanitasi total berbasis masyarakat

X_9 : Persentase jumlah kegiatan penyuluhan tentang kesehatan

X_{10} : Kepadatan Penduduk

U : Lintang (*longitude*) kecamatan

V : Bujur (*latitude*) kecamatan

Lampiran 2. Statistika Deskriptif

Descriptive Statistics: Y, X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10

Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
Y	49.55	1340.19	10.00	150.00
X1	4.645	1.642	2.586	7.515
X2	0.003194	0.000003	0.001000	0.009000
X3	81.07	88.66	55.43	100.00
X4	97.747	26.995	76.693	100.000
X5	0.008102	0.000023	0.000000	0.021107
X6	3.845	5.791	0.856	11.560
X7	0.1804	0.0709	0.0090	1.2010
X8	96.08	60.37	59.89	100.00
X9	3.226	9.588	0.256	14.464
X10	11344	51377464	2190	31194

Lampiran 3. Matriks Korelasi 10 Variabel Bebas

```
MTB > Name m1 "CORR1"
MTB > Correlation 'X1'-'X10' 'CORR1'.
MTB > print 'corr1'
```

Data Display

Matrix CORR1

```

1.00000  0.53469  0.04859 -0.06322  0.09988  0.46663  0.07798  0.14428
0.53469  1.00000 -0.13529  0.00436  0.07796  0.30098  0.31066  0.21820
0.04859 -0.13529  1.00000 -0.21773 -0.47897 -0.15970 -0.10701  0.11086
-0.06322  0.00436 -0.21773  1.00000  0.06037 -0.10982  0.18344 -0.03230
0.09988  0.07796 -0.47897  0.06037  1.00000  0.12885 -0.22393 -0.31888
0.46663  0.30098 -0.15970 -0.10982  0.12885  1.00000  0.02463  0.05145
0.07798  0.31066 -0.10701  0.18344 -0.22393  0.02463  1.00000  0.03472
0.14428  0.21820  0.11086 -0.03230 -0.31888  0.05145  0.03472  1.00000
0.29390  0.47444 -0.11983 -0.08705  0.17339  0.20748  0.11688  0.17982
0.51684  0.23112 -0.01073 -0.19702  0.08744  0.66747 -0.10125  0.01615

0.29390  0.51684
0.47444  0.23112
-0.11983 -0.01073
-0.08705 -0.19702
0.17339  0.08744
0.20748  0.66747
0.11688 -0.10125
0.17982  0.01615
1.00000  0.29479
0.29479  1.00000
```

Lampiran 4. Nilai VIF 10 Variabel Bebas

```
MTB > name m2 "vif1"
MTB > invert 'corr1' 'vif1'
MTB > print 'vif1'
```

Data Display

```
Matrix vif1

  1.95868  -0.84696  -0.39690  -0.08779  -0.29909  -0.25604  -0.05257  -0.14542
-0.84696  1.92879   0.16808   0.02824  -0.04518  -0.17663  -0.42452  -0.20541
-0.39690   0.16808   1.54769   0.24675   0.80315   0.30579   0.26672   0.08854
-0.08779   0.02824   0.24675   1.13450  -0.03210   0.06941  -0.18703  -0.01327
-0.29909  -0.04518   0.80315  -0.03210   1.77179  -0.05455   0.56393   0.56503
-0.25604  -0.17663   0.30579   0.06941  -0.05455   2.01550  -0.10767  -0.08605
-0.05257  -0.42452   0.26672  -0.18703   0.56393  -0.10767   1.36376   0.22070
-0.14542  -0.20541   0.08854  -0.01327   0.56503  -0.08605   0.22070   1.27329
  0.10745  -0.58763  -0.00096   0.10553  -0.31668   0.17852  -0.12617  -0.24508
-0.67572   0.25475  -0.01697   0.17165   0.19012  -1.21254   0.28555   0.20303

  0.10745  -0.67572
-0.58763   0.25475
-0.00096  -0.01697
  0.10553   0.17165
-0.31668   0.19012
  0.17852  -1.21254
-0.12617   0.28555
-0.24508   0.20303
  1.45959  -0.42950
-0.42950   2.26895
```

Lampiran 5. Nilai *Eigen* Minimum 10 Variabel Bebas

```
MTB > name c14 'eigen'
MTB > eigen 'corr1' 'eigen'
MTB > print 'eigen'
```

Data Display

```
eigen
  2.73396   1.69475   1.50298   0.97534   0.84197   0.72341   0.58881
  0.35865   0.32870   0.25144
```


Lampiran 6. Hasil Analisis Regresi Poisson

```
> poisson=glm(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9+X10,family=poisson,data=TA)
> summary(poisson)
```

Call:

```
glm(formula = Y ~ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 +
      X10, family = poisson, data = TA)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.596	-2.560	-0.559	1.670	4.395

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(>|z|)
(Intercept)	7.280e+00	7.631e-01	9.541	< 2e-16 ***
X1	-2.116e-01	2.769e-02	-7.642	2.13e-14 ***
X2	1.716e+02	2.217e+01	7.739	1.00e-14 ***
X3	6.499e-03	3.841e-03	1.692	0.09068 .
X4	-3.796e-02	4.905e-03	-7.738	1.01e-14 ***
X5	4.437e+01	8.803e+00	5.040	4.66e-07 ***
X6	1.051e-01	1.333e-02	7.887	3.09e-15 ***
X7	1.959e-01	1.413e-01	1.386	0.16561
X8	-1.247e-02	3.861e-03	-3.230	0.00124 **
X9	-3.129e-03	9.625e-03	-0.325	0.74515
X10	4.081e-05	4.660e-06	8.757	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance:	724.80	on	30	degrees of freedom
Residual deviance:	180.82	on	20	degrees of freedom
AIC:	373.07			

Number of Fisher Scoring iterations: 4

Lampiran 7. Hasil Analisis Regresi Binomial Negatif

```
> library(MASS)
> binom=glm(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9+X10,family=negative.binomial
(8.541),data=TA)
> summary(binom)
```

Call:

```
glm(formula = Y ~ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 +
      X10, family = negative.binomial(8.541), data = TA)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.4773	-1.0222	-0.1086	0.6430	2.2932

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)
(Intercept)	8.195e+00	2.501e+00	3.277	0.00377 **
X1	-1.741e-01	9.329e-02	-1.866	0.07682 .
X2	1.779e+02	6.816e+01	2.610	0.01677 *
X3	-2.191e-05	1.160e-02	-0.002	0.99851
X4	-4.044e-02	1.729e-02	-2.339	0.02984 *
X5	2.229e+01	2.539e+01	0.878	0.39040
X6	1.000e-01	4.972e-02	2.012	0.05794 .
X7	2.639e-01	3.873e-01	0.681	0.50355
X8	-1.404e-02	1.265e-02	-1.110	0.28001
X9	5.497e-03	3.319e-02	0.166	0.87009
X10	3.865e-05	1.785e-05	2.165	0.04267 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(8.541) family taken to be 1.572473)

Null deviance: 110.376 on 30 degrees of freedom
 Residual deviance: 29.886 on 20 degrees of freedom
 AIC: 276.72

Number of Fisher Scoring iterations: 6

Lampiran 7. (Lanjutan)

```
> library(MASS)
> binom=glm(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9+X10,family=negative.binomial
(5.246),data=TA)
> summary(binom)
```

Call:

```
glm(formula = Y ~ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 +
      X10, family = negative.binomial(5.246), data = TA)
```

Deviance Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-1.24311	-0.81833	-0.08068	0.53048	1.89883

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)
(Intercept)	8.250e+00	2.526e+00	3.266	0.00387 **
X1	-1.721e-01	9.443e-02	-1.823	0.08329 .
X2	1.787e+02	6.883e+01	2.596	0.01727 *
X3	-3.224e-04	1.165e-02	-0.028	0.97819
X4	-4.054e-02	1.759e-02	-2.305	0.03202 *
X5	2.103e+01	2.527e+01	0.832	0.41513
X6	1.010e-01	5.064e-02	1.994	0.05991 .
X7	2.615e-01	3.881e-01	0.674	0.50827
X8	-1.426e-02	1.275e-02	-1.118	0.27668
X9	5.720e-03	3.368e-02	0.170	0.86685
X10	3.823e-05	1.816e-05	2.105	0.04811 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(5.246) family taken to be 1.055139)

Null deviance:	72.763	on	30	degrees of freedom
Residual deviance:	20.000	on	20	degrees of freedom
AIC:	279.71			

Number of Fisher Scoring iterations: 7

Lampiran 8. Hasil Uji Heterogenitas Spasial

```
> library(lmtest)
> tes1=lm(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9+X10,data=TA)
> bptest(tes1)

studentized Breusch-Pagan test

data: tes1
BP = 15.0743, df = 10, p-value = 0.1294
```

Lampiran 9. Hasil Uji Dependensi Spasial

```
> library(ape)
> tes2=as.matrix(dist(cbind(TA$U,TA$V)))
> tess=1/tes2
> diag(tess)=0
> Moran.I(TA$Y,tess)
$observed
[1] 0.03999103

$expected
[1] -0.03333333

$sd
[1] 0.02846824

$p.value
[1] 0.01000504
```

Lampiran 10. Hasil *Bandwidth* dengan Fungsi Kernel *Fixed Gaussian* pada Program GWR 4.0

Global regression result				

< Diagnostic information >				
Number of parameters:	11			
Deviance:	180.818476			
Classic AIC:	202.818476			
AICc:	216.713213			
BIC/MDL:	218.592335			
Percent deviance explained	0.750527			
Variable	Estimate	Standard Error	z (Est/SE)	Exp (Est)

Intercept	3.695413	0.031038	119.061467	40.262191
X1	-0.259713	0.033983	-7.642413	0.771273
X2	0.291467	0.037662	7.739068	1.338390
X3	0.059335	0.035072	1.691819	1.061131
X4	-0.193591	0.025018	-7.738040	0.823995
X5	0.202679	0.040217	5.039686	1.224679
X6	0.244492	0.030999	7.887167	1.276972
X7	0.050958	0.036754	1.386437	1.052278
X8	-0.095226	0.029484	-3.229794	0.909167
X9	-0.007044	0.021670	-0.325045	0.992981
X10	0.279866	0.031958	8.757304	1.322953
Bandwidth search <golden section search>				
Limits: 0, 0.102674797863702				
Golden section search begins...				
Initial values				
pL	Bandwidth:	0.000	Criterion:	NaN
p1	Bandwidth:	0.039	Criterion:	219.163
p2	Bandwidth:	0.063	Criterion:	185.598
pU	Bandwidth:	0.103	Criterion:	197.564
iter 1 (p2)	Bandwidth:	0.063	Criterion:	185.598 Diff: 0.024
iter 2 (p1)	Bandwidth:	0.063	Criterion:	185.598 Diff: 0.015
Best bandwidth size 0.063				
Minimum AICc 185.598				

Lampiran 11. Jarak *Euclid* dan Pembobot dengan Fungsi Kernel *Fixed Gaussian*

No	d_{1i}	W_1	d_{2i}	W_2	d_{3i}	W_3	d_{4i}	W_4
1	0,0000	1,0000	0,0384	0,6897	0,0152	0,9435	0,0288	0,8114
2	0,0384	0,6897	0,000	1,0000	0,0232	0,8732	0,0254	0,8500
3	0,0152	0,9435	0,0232	0,8732	0,000	1,0000	0,0198	0,9059
4	0,0288	0,8114	0,0254	0,8500	0,0198	0,9059	0,000	1,0000
5	0,0173	0,9274	0,0258	0,8456	0,0099	0,9756	0,0295	0,8031
6	0,0832	0,1748	0,1057	0,0599	0,0911	0,1236	0,1104	0,0464
7	0,0692	0,2992	0,0719	0,2719	0,0681	0,3108	0,0871	0,1479
8	0,0400	0,6682	0,0196	0,9077	0,0279	0,8219	0,0407	0,6588
9	0,0564	0,4487	0,0491	0,5448	0,0506	0,5246	0,0678	0,3141
10	0,0771	0,2236	0,0907	0,1258	0,0809	0,1922	0,1007	0,0777
11	0,0532	0,4901	0,0843	0,1669	0,0648	0,3472	0,082	0,1838
12	0,1013	0,0754	0,1075	0,0544	0,1018	0,0735	0,0844	0,1662
13	0,1297	0,0144	0,1392	0,0076	0,1319	0,0125	0,1155	0,0347
14	0,0597	0,4074	0,0645	0,3506	0,0584	0,4235	0,0408	0,6574
15	0,0378	0,6977	0,0623	0,3761	0,045	0,6004	0,0381	0,6937
16	0,0661	0,3326	0,0821	0,1830	0,0701	0,2899	0,0568	0,4436
17	0,0817	0,1860	0,1044	0,0642	0,0892	0,1347	0,0791	0,2067
18	0,0970	0,0934	0,1304	0,0138	0,1097	0,0482	0,1076	0,0541
19	0,0666	0,3271	0,0358	0,7240	0,0534	0,4875	0,0612	0,3892
20	0,0677	0,3151	0,0297	0,8007	0,0526	0,4980	0,0525	0,4994
21	0,0610	0,3916	0,0256	0,8478	0,0463	0,5827	0,0377	0,6990
22	0,0522	0,5033	0,0272	0,8299	0,0396	0,6736	0,0246	0,8586
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	0,0405	0,6615	0,0743	0,2489	0,053	0,4928	0,0533	0,4888
31	0,0156	0,9405	0,0468	0,5759	0,0256	0,8478	0,0282	0,8184

Lampiran 11. (Lanjutan)

No	d_{5i}	W_5	d_{6i}	W_6	d_{7i}	W_7	d_{8i}	W_8
1	0,0173	0,9274	0,0832	0,1748	0,0692	0,2992	0,04	0,6682
2	0,0258	0,8456	0,1057	0,0599	0,0719	0,2719	0,0196	0,9077
3	0,0099	0,9756	0,0911	0,1236	0,0681	0,3108	0,0279	0,8219
4	0,0295	0,8031	0,1104	0,0464	0,0871	0,1479	0,0407	0,6588
5	0,0000	1,0000	0,0827	0,1785	0,0582	0,4260	0,0228	0,8772
6	0,0827	0,1785	0,000	1,0000	0,0508	0,5219	0,0903	0,1282
7	0,0582	0,4260	0,0508	0,5219	0,000	1,0000	0,0527	0,4967
8	0,0228	0,8772	0,0903	0,1282	0,0527	0,4967	0,000	1,0000
9	0,0414	0,6493	0,0706	0,2848	0,0246	0,8586	0,0295	0,8031
10	0,0713	0,2778	0,0256	0,8478	0,0262	0,8412	0,073	0,2612
11	0,0587	0,4197	0,0362	0,7188	0,0583	0,4247	0,074	0,2517
12	0,1115	0,0436	0,1805	0,0003	0,1694	0,0007	0,1249	0,0196
13	0,1414	0,0065	0,2051	0,0000	0,1987	0,0000	0,1562	0,0021
14	0,0682	0,3098	0,1418	0,0063	0,1264	0,0179	0,0814	0,1884
15	0,0527	0,4967	0,1131	0,0398	0,1068	0,0565	0,0727	0,2640
16	0,0790	0,2075	0,1421	0,0062	0,1353	0,0099	0,0964	0,0962
17	0,0970	0,0934	0,1485	0,0039	0,1498	0,0035	0,1167	0,0323
18	0,1143	0,0372	0,1374	0,0086	0,1548	0,0024	0,1369	0,0089
19	0,0495	0,5394	0,1069	0,0562	0,0604	0,3989	0,0268	0,8345
20	0,0530	0,4928	0,124	0,0208	0,081	0,1915	0,0348	0,7370
21	0,0510	0,5193	0,131	0,0132	0,0941	0,1074	0,042	0,6412
22	0,0472	0,5705	0,1299	0,0142	0,099	0,0846	0,0468	0,5759
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	0,0578	0,4310	0,1009	0,0769	0,104	0,0655	0,0802	0,1978
31	0,0315	0,7788	0,0942	0,1069	0,0845	0,1655	0,0532	0,4901

Lampiran 11. (Lanjutan)

No	d_{9i}	W_9	d_{10i}	W_{10}	d_{11i}	W_{11}	d_{12i}	W_{12}
1	0,0564	0,4487	0,0771	0,2236	0,0532	0,4901	0,1013	0,0754
2	0,0491	0,5448	0,0907	0,1258	0,0843	0,1669	0,1075	0,0544
3	0,0506	0,5246	0,0809	0,1922	0,0648	0,3472	0,1018	0,0735
4	0,0678	0,3141	0,1007	0,0777	0,082	0,1838	0,0844	0,1662
5	0,0414	0,6493	0,0713	0,2778	0,0587	0,4197	0,1115	0,0436
6	0,0706	0,2848	0,0256	0,8478	0,0362	0,7188	0,1805	0,0003
7	0,0246	0,8586	0,0262	0,8412	0,0583	0,4247	0,1694	0,0007
8	0,0295	0,8031	0,073	0,2612	0,074	0,2517	0,1249	0,0196
9	0,0000	1,0000	0,0487	0,5502	0,0663	0,3304	0,1519	0,0030
10	0,0487	0,5502	0,000	1,0000	0,0456	0,5922	0,1782	0,0003
11	0,0663	0,3304	0,0456	0,5922	0,000	1,0000	0,1455	0,0048
12	0,1519	0,0030	0,1782	0,0003	0,1455	0,0048	0,000	1,0000
13	0,1824	0,0002	0,2053	0,0000	0,1692	0,0007	0,0323	0,7688
14	0,1083	0,0521	0,1368	0,0090	0,1086	0,0512	0,0436	0,6194
15	0,0938	0,1090	0,112	0,0424	0,0782	0,2142	0,0674	0,3184
16	0,1204	0,0259	0,1414	0,0065	0,1068	0,0565	0,039	0,6817
17	0,1380	0,0082	0,152	0,0030	0,1123	0,0417	0,0474	0,5677
18	0,1503	0,0034	0,1488	0,0038	0,1036	0,0669	0,0943	0,1064
19	0,0366	0,7135	0,0853	0,1599	0,0971	0,0930	0,142	0,0062
20	0,0564	0,4487	0,1046	0,0635	0,1087	0,0509	0,1259	0,0184
21	0,0700	0,2910	0,1149	0,0359	0,1097	0,0482	0,1031	0,0687
22	0,0763	0,2307	0,1168	0,0322	0,1044	0,0642	0,0862	0,1538
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	0,0956	0,1000	0,1042	0,0649	0,0648	0,3472	0,0828	0,1778
31	0,0719	0,2719	0,0908	0,1253	0,0611	0,3904	0,0874	0,1459

Lampiran 11. (Lanjutan)

No	d_{13i}	W_{13}	d_{14i}	W_{14}	d_{15i}	W_{15}	d_{16i}	W_{16}
1	0,1297	0,0144	0,0597	0,4074	0,0378	0,6977	0,0661	0,3326
2	0,1392	0,0076	0,0645	0,3506	0,0623	0,3761	0,0821	0,1830
3	0,1319	0,0125	0,0584	0,4235	0,045	0,6004	0,0701	0,2899
4	0,1155	0,0347	0,0408	0,6574	0,0381	0,6937	0,0568	0,4436
5	0,1414	0,0065	0,0682	0,3098	0,0527	0,4967	0,079	0,2075
6	0,2051	0,0000	0,1418	0,0063	0,1131	0,0398	0,1421	0,0062
7	0,1987	0,0000	0,1264	0,0179	0,1068	0,0565	0,1353	0,0099
8	0,1562	0,0021	0,0814	0,1884	0,0727	0,2640	0,0964	0,0962
9	0,1824	0,0002	0,1083	0,0521	0,0938	0,1090	0,1204	0,0259
10	0,2053	0,0000	0,1368	0,0090	0,112	0,0424	0,1414	0,0065
11	0,1692	0,0007	0,1086	0,0512	0,0782	0,2142	0,1068	0,0565
12	0,0323	0,7688	0,0436	0,6194	0,0674	0,3184	0,039	0,6817
13	0,0000	1,0000	0,0748	0,2442	0,0933	0,1116	0,064	0,3563
14	0,0748	0,2442	0,000	1,0000	0,0333	0,7562	0,024	0,8649
15	0,0933	0,1116	0,0333	0,7562	0,000	1,0000	0,0294	0,8043
16	0,0640	0,3563	0,024	0,8649	0,0294	0,8043	0,000	1,0000
17	0,0595	0,4098	0,0495	0,5394	0,0444	0,6085	0,0255	0,8489
18	0,0986	0,0863	0,0913	0,1224	0,0699	0,2920	0,0688	0,3034
19	0,1741	0,0005	0,0998	0,0813	0,097	0,0934	0,1179	0,0301
20	0,1582	0,0018	0,0859	0,1558	0,0905	0,1270	0,1067	0,0568
21	0,1354	0,0099	0,0646	0,3494	0,0747	0,2451	0,0867	0,1505
22	0,1185	0,0291	0,0466	0,5786	0,0585	0,4222	0,0687	0,3045
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	0,1046	0,0635	0,0539	0,4810	0,0211	0,8939	0,0439	0,6153
31	0,1149	0,0359	0,0477	0,5637	0,0223	0,8822	0,051	0,5193

Lampiran 11. (Lanjutan)

No	d_{17i}	W_{17}	d_{18i}	W_{18}	d_{19i}	W_{19}	d_{20i}	W_{20}
1	0,0817	0,1860	0,097	0,0934	0,0666	0,3271	0,0677	0,3151
2	0,1044	0,0642	0,1304	0,0138	0,0358	0,7240	0,0297	0,8007
3	0,0892	0,1347	0,1097	0,0482	0,0534	0,4875	0,0526	0,4980
4	0,0791	0,2067	0,1076	0,0541	0,0612	0,3892	0,0525	0,4994
5	0,0970	0,0934	0,1143	0,0372	0,0495	0,5394	0,053	0,4928
6	0,1485	0,0039	0,1374	0,0086	0,1069	0,0562	0,124	0,0208
7	0,1498	0,0035	0,1548	0,0024	0,0604	0,3989	0,081	0,1915
8	0,1167	0,0323	0,1369	0,0089	0,0268	0,8345	0,0348	0,7370
9	0,1380	0,0082	0,1503	0,0034	0,0366	0,7135	0,0564	0,4487
10	0,1520	0,0030	0,1488	0,0038	0,0853	0,1599	0,1046	0,0635
11	0,1123	0,0417	0,1036	0,0669	0,0971	0,0930	0,1087	0,0509
12	0,0474	0,5677	0,0943	0,1064	0,142	0,0062	0,1259	0,0184
13	0,0595	0,4098	0,0986	0,0863	0,1741	0,0005	0,1582	0,0018
14	0,0495	0,5394	0,0913	0,1224	0,0998	0,0813	0,0859	0,1558
15	0,0444	0,6085	0,0699	0,2920	0,097	0,0934	0,0905	0,1270
16	0,0255	0,8489	0,0688	0,3034	0,1179	0,0301	0,1067	0,0568
17	0,0000	1,0000	0,0476	0,5650	0,14	0,0072	0,1306	0,0136
18	0,0476	0,5650	0,000	1,0000	0,163	0,0012	0,1596	0,0016
19	0,1400	0,0072	0,163	0,0012	0,000	1,0000	0,0231	0,8742
20	0,1306	0,0136	0,1596	0,0016	0,0231	0,8742	0,000	1,0000
21	0,1114	0,0439	0,1446	0,0052	0,0435	0,6208	0,0232	0,8732
22	0,0936	0,1100	0,1282	0,0159	0,0569	0,4423	0,0398	0,6709
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	0,0479	0,5610	0,0567	0,4449	0,1063	0,0580	0,1038	0,0662
31	0,0662	0,3315	0,0842	0,1676	0,0789	0,2084	0,0765	0,2289

Lampiran 11. (Lanjutan)

No	d_{21i}	W_{21}	d_{22i}	W_{22}	d_{23i}	W_{23}	d_{24i}	W_{24}
1	0,0610	0,3916	0,0522	0,5033	0,0488	0,5488	0,0199	0,9050
2	0,0256	0,8478	0,0272	0,8299	0,0316	0,7776	0,0566	0,4461
3	0,0463	0,5827	0,0396	0,6736	0,0382	0,6924	0,0341	0,7460
4	0,0377	0,6990	0,0246	0,8586	0,02	0,9041	0,0484	0,5542
5	0,0510	0,5193	0,0472	0,5705	0,047	0,5732	0,0318	0,7751
6	0,1310	0,0132	0,1299	0,0142	0,1294	0,0147	0,0679	0,3130
7	0,0941	0,1074	0,099	0,0846	0,1019	0,0731	0,0661	0,3326
8	0,0420	0,6412	0,0468	0,5759	0,051	0,5193	0,0532	0,4901
9	0,0700	0,2910	0,0763	0,2307	0,0802	0,1978	0,0605	0,3976
10	0,1149	0,0359	0,1168	0,0322	0,118	0,0300	0,0671	0,3216
11	0,1097	0,0482	0,1044	0,0642	0,1019	0,0731	0,0348	0,7370
12	0,1031	0,0687	0,0862	0,1538	0,0779	0,2168	0,1127	0,0408
13	0,1354	0,0099	0,1185	0,0291	0,1101	0,0472	0,1386	0,0079
14	0,0646	0,3494	0,0466	0,5786	0,0373	0,7043	0,0741	0,2507
15	0,0747	0,2451	0,0585	0,4222	0,05	0,5327	0,0456	0,5922
16	0,0867	0,1505	0,0687	0,3045	0,0593	0,4123	0,0749	0,2433
17	0,1114	0,0439	0,0936	0,1100	0,0842	0,1676	0,0852	0,1606
18	0,1446	0,0052	0,1282	0,0159	0,1194	0,0275	0,0901	0,1293
19	0,0435	0,6208	0,0569	0,4423	0,0643	0,3529	0,0797	0,2018
20	0,0232	0,8732	0,0398	0,6709	0,0487	0,5502	0,0848	0,1634
21	0,0000	1,0000	0,018	0,9216	0,0274	0,8277	0,0804	0,1962
22	0,0180	0,9216	0,000	1,0000	0,0095	0,9775	0,0721	0,2699
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	0,0910	0,1241	0,0764	0,2298	0,0688	0,3034	0,0381	0,6937
31	0,0653	0,3415	0,0527	0,4967	0,0467	0,5772	0,0264	0,8390

Lampiran 11. (Lanjutan)

No	d_{25i}	W_{25}	d_{26i}	W_{26}	d_{27i}	W_{27}	d_{28i}	W_{28}
1	0,0512	0,5166	0,056	0,4538	0,077	0,2245	0,0541	0,4783
2	0,0858	0,1565	0,0919	0,1191	0,1144	0,0370	0,0924	0,1164
3	0,0645	0,3506	0,0698	0,2930	0,0916	0,1208	0,0693	0,2982
4	0,0798	0,2010	0,0718	0,2728	0,0956	0,1000	0,0785	0,2117
5	0,0600	0,4037	0,0732	0,2592	0,0936	0,1100	0,0689	0,3024
6	0,0470	0,5732	0,1013	0,0754	0,1034	0,0676	0,0752	0,2406
7	0,0691	0,3003	0,113	0,0401	0,1253	0,0191	0,0948	0,1039
8	0,0781	0,2151	0,0959	0,0986	0,1163	0,0331	0,0907	0,1258
9	0,0745	0,2470	0,1081	0,0526	0,1244	0,0203	0,0953	0,1014
10	0,0577	0,4322	0,1091	0,0498	0,1164	0,0329	0,0863	0,1531
11	0,0121	0,9638	0,0656	0,3382	0,0708	0,2828	0,0409	0,6561
12	0,1373	0,0087	0,0923	0,1169	0,1108	0,0454	0,1177	0,0305
13	0,1599	0,0016	0,1096	0,0485	0,1232	0,0218	0,1368	0,0090
14	0,1025	0,0709	0,0698	0,2930	0,0933	0,1116	0,0892	0,1347
15	0,0707	0,2838	0,0387	0,6857	0,063	0,3679	0,0559	0,4551
16	0,0984	0,0872	0,0551	0,4654	0,0762	0,2316	0,0792	0,2059
17	0,1021	0,0723	0,0502	0,5300	0,0648	0,3472	0,0776	0,2193
18	0,0916	0,1208	0,0423	0,6371	0,0345	0,7409	0,0627	0,3714
19	0,1027	0,0701	0,1225	0,0228	0,143	0,0058	0,1172	0,0314
20	0,1121	0,0422	0,1216	0,0241	0,1441	0,0053	0,1215	0,0242
21	0,1106	0,0459	0,1095	0,0488	0,1333	0,0114	0,1144	0,0370
22	0,1034	0,0676	0,095	0,1029	0,1192	0,0279	0,1031	0,0687
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	0,0553	0,4628	0,0186	0,9165	0,043	0,6276	0,0358	0,7240
31	0,0561	0,4525	0,0451	0,5990	0,0682	0,3098	0,0505	0,5260

Lampiran 11. (Lanjutan)

No	d_{29i}	W_{29}	d_{30i}	W_{30}	d_{31i}	W_{31}
1	0,0547	0,4705	0,0405	0,6615	0,0156	0,9405
2	0,0924	0,1164	0,0743	0,2489	0,0468	0,5759
3	0,0696	0,2951	0,053	0,4928	0,0256	0,8478
4	0,0815	0,1876	0,0533	0,4888	0,0282	0,8184
5	0,0675	0,3173	0,0578	0,4310	0,0315	0,7788
6	0,0635	0,3621	0,1009	0,0769	0,0942	0,1069
7	0,0861	0,1545	0,104	0,0655	0,0845	0,1655
8	0,0881	0,1415	0,0802	0,1978	0,0532	0,4901
9	0,0891	0,1353	0,0956	0,1000	0,0719	0,2719
10	0,0757	0,2360	0,1042	0,0649	0,0908	0,1253
11	0,0300	0,7971	0,0648	0,3472	0,0611	0,3904
12	0,1277	0,0164	0,0828	0,1778	0,0874	0,1459
13	0,1479	0,0040	0,1046	0,0635	0,1149	0,0359
14	0,0969	0,0939	0,0539	0,4810	0,0477	0,5637
15	0,0637	0,3598	0,0211	0,8939	0,0223	0,8822
16	0,0889	0,1365	0,0439	0,6153	0,051	0,5193
17	0,0889	0,1365	0,0479	0,5610	0,0662	0,3315
18	0,0740	0,2517	0,0567	0,4449	0,0842	0,1676
19	0,1140	0,0378	0,1063	0,0580	0,0789	0,2084
20	0,1205	0,0258	0,1038	0,0662	0,0765	0,2289
21	0,1157	0,0343	0,091	0,1241	0,0653	0,3415
22	0,1059	0,0593	0,0764	0,2298	0,0527	0,4967
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	0,0451	0,5990	0,000	1,0000	0,0276	0,8254
31	0,0545	0,4731	0,0276	0,8254	0,000	1,0000

Lampiran 12. Hasil Pengujian Model GWPR dengan Pembobot Fungsi Kernel *Fixed Gaussian*

```

*****
GWR (Geographically weighted regression) result
*****
Bandwidth and geographic ranges
Bandwidth size: 0.063457
Coordinate      Min      Max      Range
-----
X-coord      112.614473      112.804285      0.189812
Y-coord      7.214510      7.339104      0.124594

Diagnostic information
Effective number of parameters (model: trace(S)):
15.677914
Effective number of parameters (variance: trace(S'WSW^-1)):
13.153200
Degree of freedom (model: n - trace(S)):
15.322086
Degree of freedom (residual: n - 2trace(S) + trace(S'WSW^-1)):
12.797372
Deviance: 117.728209
Classic AIC: 149.084037
AICc: 185.597559
BIC/MDL: 171.565965
Percent deviance explained 0.837572

*****
<< Geographically varying coefficients >>
*****
Estimates of varying coefficients have been saved in the following file.
Listwise output file: D:\Analisis TA_Bismillah\output gwpr.csv

Summary statistics for varying coefficients
Variable      Mean      STD
-----
Intercept      3.584828      0.137710
X1      -0.281383      0.016033
X2      0.307130      0.075703
X3      0.096030      0.053931
X4      -0.195983      0.018506
X5      0.253464      0.023162
X6      0.250139      0.028511
X7      0.018255      0.064881
X8      -0.079776      0.048323
X9      -0.029395      0.022940
X10      0.266596      0.019800

```

Lampiran 12. (Lanjutan)

Variable	Min	Max	Range
Intercept	3.584695	3.829989	0.245294
X1	-0.322157	-0.259194	0.062964
X2	0.170648	0.446116	0.275467
X3	0.038305	0.227045	0.188740
X4	-0.236885	-0.171947	0.064939
X5	0.214156	0.293078	0.078922
X6	0.185830	0.301998	0.116168
X7	-0.058866	0.164126	0.222992
X8	-0.160192	-0.007430	0.152763
X9	-0.055149	0.031292	0.086441
X10	0.241129	0.315958	0.074830
Variable	Lwr Quartile	Median	Upr Quartile
Intercept	3.648524	3.696615	3.757622
X1	-0.299192	-0.293678	-0.283413
X2	0.249203	0.312860	0.377151
X3	0.048746	0.086250	0.127875
X4	-0.215970	-0.202919	-0.187799
X5	0.242194	0.268298	0.278949
X6	0.236927	0.260079	0.278946
X7	-0.046623	0.000085	0.077575
X8	-0.116292	-0.085150	-0.035604
X9	-0.049360	-0.040888	-0.016558
X10	0.262173	0.277348	0.284609
Variable	Interquartile R	Robust STD	
Intercept	0.109098	0.080873	
X1	0.015779	0.011697	
X2	0.127948	0.094847	
X3	0.079130	0.058658	
X4	0.028171	0.020883	
X5	0.036755	0.027246	
X6	0.042019	0.031148	
X7	0.124199	0.092067	
X8	0.080688	0.059813	
X9	0.032802	0.024315	
X10	0.022436	0.016631	
(Note: Robust STD is given by (interquartile range / 1.349))			

GWR Analysis of Deviance Table			

Source	Deviance	DOF	Deviance/DOF
Global model	180.818	20.000	9.041
GWR model	117.728	12.797	9.199
Difference	63.090	7.203	8.759

**Lampiran 13. Estimasi Parameter Model GWPR dengan
Pembobot Fungsi Kernel *Fixed Gaussian***

No.	Est β_0	Se β_0	Z_{hitung}	Est β_1	Se β_1	Z_{hitung}
1	3,687617	0,032378	113,8923	-0,29008	0,034889	-8,31421
2	3,665143	0,034567	106,0316	-0,29752	0,034867	-8,53285
3	3,678947	0,032808	112,1362	-0,29368	0,034691	-8,46543
4	3,708364	0,032493	114,1265	-0,29721	0,034727	-8,55848
5	3,663343	0,033267	110,1191	-0,29174	0,034749	-8,39571
6	3,595934	0,037505	95,87794	-0,25919	0,039495	-6,56272
7	3,587879	0,03805	94,29308	-0,2762	0,036158	-7,63885
8	3,637969	0,035571	102,2742	-0,29376	0,034925	-8,41122
9	3,604804	0,037382	96,43276	-0,28538	0,035376	-8,067
10	3,584695	0,037898	94,58722	-0,26652	0,037527	-7,10203
11	3,648524	0,034031	107,2116	-0,27004	0,037382	-7,22371
12	3,828831	0,041917	91,34328	-0,29998	0,039826	-7,5322
13	3,829989	0,047764	80,18529	-0,29823	0,049878	-5,97918
14	3,785834	0,03413	110,9228	-0,29919	0,035676	-8,38627
15	3,757622	0,032749	114,7416	-0,29546	0,035834	-8,24544
16	3,804091	0,03508	108,44	-0,30267	0,037306	-8,11295
17	3,821648	0,036384	105,037	-0,31224	0,041201	-7,57845
18	3,811304	0,036658	103,969	-0,32216	0,047539	-6,77665
19	3,616689	0,039625	91,27349	-0,29371	0,035467	-8,28121
20	3,641276	0,039148	93,01298	-0,29745	0,035641	-8,34568
21	3,67996	0,036298	101,382	-0,29941	0,035412	-8,45526
22	3,708707	0,034039	108,9535	-0,29954	0,035077	-8,53939
23	3,723257	0,033287	111,8547	-0,29923	0,03497	-8,55679
24	3,682188	0,032617	112,8914	-0,28341	0,03553	-7,97669
25	3,667975	0,033668	108,9451	-0,27144	0,037576	-7,22377
26	3,756896	0,033998	110,5049	-0,2911	0,038748	-7,51262
27	3,760015	0,035313	106,4761	-0,29142	0,04232	-6,88605
28	3,715619	0,033765	110,0436	-0,27828	0,038534	-7,2218
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
31	3,716124	0,032147	115,5986	-0,29152	0,035117	-8,30133

Lampiran 13. (Lanjutan)

No.	Est β_2	Se β_2	Z _{hitung}	Est β_3	Se β_3	Z _{hitung}
1	0,335182	0,038813	8,635834	0,08625	0,037146	2,32193
2	0,403795	0,042495	9,502094	0,080514	0,039149	2,056606
3	0,363309	0,039729	9,144712	0,087161	0,037656	2,314644
4	0,358663	0,039966	8,974207	0,111898	0,038026	2,942668
5	0,368653	0,040189	9,173027	0,076342	0,037795	2,019901
6	0,336477	0,045972	7,319237	0,040419	0,045979	0,879078
7	0,377151	0,047771	7,895015	0,044707	0,042035	1,063565
8	0,403655	0,043406	9,299466	0,061669	0,039431	1,563973
9	0,393913	0,046045	8,555031	0,045296	0,040638	1,1146
10	0,358616	0,047673	7,522425	0,046681	0,043978	1,061446
11	0,31025	0,040523	7,656132	0,042162	0,040186	1,049182
12	0,256579	0,049891	5,142775	0,227045	0,046196	4,914866
13	0,249203	0,055618	4,480646	0,220299	0,052119	4,226841
14	0,292115	0,042446	6,882017	0,178584	0,040196	4,442788
15	0,270756	0,040864	6,625851	0,135975	0,037927	3,5852
16	0,243774	0,044327	5,49938	0,185398	0,040768	4,547632
17	0,204837	0,047303	4,330303	0,19038	0,04197	4,536137
18	0,170648	0,049744	3,430518	0,146717	0,040982	3,580069
19	0,431766	0,047589	9,072884	0,038305	0,042361	0,904254
20	0,446116	0,047488	9,394314	0,053529	0,042285	1,265915
21	0,429511	0,045231	9,496018	0,089061	0,040791	2,183326
22	0,396781	0,042687	9,295156	0,115653	0,03958	2,922015
23	0,376279	0,041658	9,032583	0,127875	0,039181	3,263686
24	0,31286	0,038735	8,076843	0,071189	0,037262	1,910526
25	0,290962	0,039812	7,308432	0,043679	0,039552	1,10434
26	0,220395	0,043209	5,100735	0,103947	0,0381	2,728251
27	0,194836	0,045605	4,272255	0,085814	0,039371	2,179639
28	0,243558	0,041079	5,928983	0,061139	0,038528	1,58689
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
31	0,308202	0,038954	7,911873	0,103748	0,0371	2,796468

Lampiran 13. (Lanjutan)

No.	Est β_4	Se β_4	Z_{hitung}	Est β_5	Se β_5	Z_{hitung}
1	-0,19682	0,025511	-7,71508	0,276419	0,041807	6,611783
2	-0,21644	0,026981	-8,02223	0,268298	0,042902	6,253688
3	-0,20356	0,025823	-7,88304	0,275215	0,041919	6,565459
4	-0,20889	0,027154	-7,69286	0,282768	0,042189	6,702451
5	-0,20292	0,025641	-7,91385	0,269607	0,041976	6,422878
6	-0,19039	0,028034	-6,79135	0,214156	0,047346	4,523255
7	-0,2039	0,027194	-7,49778	0,226593	0,044638	5,076205
8	-0,21349	0,026324	-8,11012	0,25706	0,043283	5,939098
9	-0,21001	0,026593	-7,89732	0,237311	0,044173	5,372253
10	-0,19689	0,027727	-7,10104	0,221617	0,0455	4,870718
11	-0,1878	0,026776	-7,01382	0,241295	0,043665	5,526068
12	-0,22531	0,040363	-5,58213	0,292663	0,05076	5,765606
13	-0,21084	0,046257	-4,55796	0,278939	0,056692	4,920264
14	-0,21597	0,031966	-6,75628	0,293078	0,04482	6,538996
15	-0,19622	0,027187	-7,21751	0,287466	0,044266	6,494056
16	-0,20671	0,031452	-6,57215	0,290034	0,047456	6,111704
17	-0,1975	0,031648	-6,24044	0,278949	0,051308	5,436798
18	-0,17313	0,028352	-6,10644	0,242194	0,05457	4,438213
19	-0,22908	0,027874	-8,21864	0,238231	0,045763	5,205769
20	-0,23689	0,029211	-8,10959	0,250452	0,045469	5,508257
21	-0,233	0,029967	-7,77507	0,267337	0,043912	6,087999
22	-0,22484	0,029806	-7,54339	0,278365	0,042886	6,490765
23	-0,22093	0,029745	-7,42739	0,283005	0,042672	6,632175
24	-0,19074	0,025586	-7,45509	0,268906	0,042056	6,393918
25	-0,18517	0,02664	-6,95079	0,244959	0,043764	5,597262
26	-0,1804	0,026418	-6,82851	0,266703	0,046892	5,68765
27	-0,17195	0,027002	-6,36788	0,241615	0,049676	4,863798
28	-0,17948	0,026451	-6,78542	0,252586	0,045256	5,58121
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
31	-0,19519	0,025843	-7,55288	0,282618	0,042392	6,666855

Lampiran 13. (Lanjutan)

No.	Est β_6	Se β_6	Z _{hitung}	Est β_7	Se β_7	Z _{hitung}
1	0,2584	0,031278	8,261532	-0,0028	0,038789	-0,0722
2	0,273739	0,032029	8,546551	-0,04662	0,044109	-1,05701
3	0,263703	0,03144	8,387545	-0,02312	0,040352	-0,57285
4	0,257058	0,031922	8,052735	-0,01418	0,040401	-0,35089
5	0,268459	0,031362	8,560089	-0,03004	0,041098	-0,73097
6	0,301998	0,032753	9,220617	-0,03895	0,048178	-0,80842
7	0,294569	0,032009	9,202718	-0,05187	0,050822	-1,02055
8	0,280029	0,031691	8,836349	-0,05199	0,045348	-1,14655
9	0,288807	0,031673	9,118493	-0,05334	0,048799	-1,09297
10	0,299102	0,032443	9,21937	-0,04987	0,050384	-0,98987
11	0,278946	0,031929	8,73639	0,000085	0,040999	0,002064
12	0,211771	0,036303	5,833396	0,077962	0,045698	1,70602
13	0,18583	0,039722	4,678244	0,099656	0,049743	2,003413
14	0,234141	0,033267	7,038304	0,042149	0,041018	1,027557
15	0,235133	0,031878	7,376048	0,058499	0,039099	1,496192
16	0,222749	0,033271	6,695067	0,084601	0,041641	2,031662
17	0,214569	0,034314	6,25313	0,125366	0,043882	2,856909
18	0,233584	0,036295	6,435628	0,164126	0,045773	3,585615
19	0,29092	0,032323	9,000427	-0,05842	0,050347	-1,16041
20	0,288709	0,033073	8,729553	-0,05887	0,050075	-1,17557
21	0,277943	0,033309	8,344388	-0,05035	0,047615	-1,0575
22	0,265829	0,033045	8,044406	-0,03378	0,044364	-0,76153
23	0,259205	0,0329	7,878523	-0,0213	0,04279	-0,49766
24	0,260079	0,031331	8,301065	0,011564	0,038429	0,300915
25	0,272576	0,031949	8,531603	0,021304	0,03957	0,538383
26	0,238347	0,032531	7,32677	0,104231	0,040568	2,569293
27	0,250344	0,033983	7,366646	0,127972	0,042253	3,028703
28	0,256494	0,032321	7,9358	0,07464	0,039195	1,904332
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
31	0,248299	0,031398	7,908012	0,02287	0,038157	0,599355

Lampiran 13. (Lanjutan)

No.	Est β_8	Se β_8	Z _{hitung}	Est β_9	Se β_9	Z _{hitung}
1	-0,086	0,030038	-2,86322	-0,04337	0,022334	-1,94187
2	-0,11629	0,030636	-3,79588	-0,0523	0,022956	-2,27825
3	-0,09746	0,030146	-3,23309	-0,04746	0,022452	-2,11392
4	-0,08089	0,029945	-2,70123	-0,04096	0,022284	-1,83792
5	-0,10818	0,030515	-3,54518	-0,05009	0,022637	-2,21264
6	-0,14503	0,036228	-4,00337	-0,04089	0,024325	-1,6809
7	-0,15901	0,036057	-4,40989	-0,04936	0,024296	-2,03158
8	-0,13412	0,031565	-4,24889	-0,0547	0,023369	-2,34081
9	-0,15481	0,034013	-4,55156	-0,05286	0,024023	-2,20035
10	-0,15402	0,036762	-4,18964	-0,04581	0,024304	-1,88475
11	-0,10917	0,032117	-3,39922	-0,04193	0,023182	-1,80855
12	-0,01902	0,035238	-0,53985	0,018887	0,02562	0,737211
13	-0,0225	0,038509	-0,58417	0,031292	0,027209	1,150046
14	-0,0356	0,031388	-1,13433	-0,00998	0,022946	-0,43506
15	-0,03856	0,030689	-1,25646	-0,01923	0,022434	-0,85701
16	-0,01901	0,032529	-0,58441	0,001921	0,023327	0,082343
17	-0,00743	0,034148	-0,21757	0,011911	0,023925	0,497869
18	-0,01	0,03483	-0,28719	-0,00022	0,024309	-0,00911
19	-0,16019	0,033097	-4,84012	-0,05512	0,024557	-2,24437
20	-0,14559	0,031933	-4,55935	-0,05515	0,024266	-2,27269
21	-0,11579	0,030835	-3,75516	-0,05013	0,023305	-2,15113
22	-0,09164	0,030306	-3,02388	-0,04289	0,022666	-1,89213
23	-0,07946	0,030194	-2,63164	-0,03796	0,022474	-1,68887
24	-0,08515	0,030332	-2,80725	-0,04163	0,022482	-1,85191
25	-0,09377	0,031392	-2,987	-0,03871	0,023086	-1,67658
26	-0,03008	0,031486	-0,95546	-0,01656	0,022983	-0,72046
27	-0,03033	0,032404	-0,93611	-0,01561	0,023717	-0,65837
28	-0,05672	0,030897	-1,83574	-0,02824	0,02309	-1,22294
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
31	-0,06478	0,029959	-2,16226	-0,03479	0,02223	-1,5649

Lampiran 13. (Lanjutan)

No.	Est β_{10}	Se β_{10}	Z_{hitung}
1	0,277348	0,032907	8,428346
2	0,261563	0,033589	7,787234
3	0,271988	0,033089	8,219895
4	0,262173	0,033468	7,833559
5	0,275051	0,033067	8,318034
6	0,283187	0,034196	8,281275
7	0,286954	0,034069	8,422656
8	0,270347	0,033481	8,074718
9	0,280332	0,033788	8,296839
10	0,288128	0,034037	8,465177
11	0,282255	0,033465	8,434229
12	0,266075	0,042282	6,292843
13	0,315666	0,05341	5,910197
14	0,252582	0,035425	7,130089
15	0,2747	0,033646	8,164313
16	0,270129	0,036174	7,467427
17	0,292759	0,039057	7,495762
18	0,315958	0,041894	7,541819
19	0,261689	0,034147	7,663689
20	0,247377	0,034466	7,17752
21	0,241129	0,034595	6,96998
22	0,244144	0,034417	7,093689
23	0,246503	0,034345	7,177251
24	0,282491	0,03289	8,58893
25	0,281921	0,033547	8,403696
26	0,28973	0,034358	8,432744
27	0,292226	0,036469	8,013098
28	0,284609	0,034013	8,367708
⋮	⋮	⋮	⋮
31	0,27639	0,032998	8,376088

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap NAZMATUZ ZAHIROH atau yang lebih akrab disapa “Aza” lahir di kota Gresik pada tanggal 16 Maret 1994, anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Akhmad Fathoni dan Khusniyatul Ulfa. Pendidikan formal yang ditempuh penulis antara lain TK Muslimat NU 09 Sekar Kedaton, TKQ/TPQ 02 Sunan Giri, MI Ma’arif Sidomukti, MTs. Ma’arif Sidomukti dan

SMA Negeri 1 Kebomas. Pada tahun 2012, penulis diterima di Jurusan Statistika ITS melalui jalur Ujian Masuk Diploma dengan NRP 1312030066 dan lulus pada tahun 2015 dengan menyelesaikan laporan tugas akhir berjudul **“PEMODELAN PENYAKIT TUBERKULOSIS (TB) DI KOTA SURABAYA TAHUN 2013 DENGAN METODE *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION*”**. Selama masa diploma, selain sebagai mahasiswa, penulis mencari berbagai pengalaman diantaranya dengan bergabung di UKM KOPMA-ITS, FORSIS-ITS, HIMADATA-ITS, serta pernah dipercaya sebagai asisten dosen mata kuliah Metode Regresi. Bagi pembaca yang memiliki saran, kritik atau ingin berdiskusi lebih lanjut dengan penulis terkait data dan metode pada Tugas Akhir ini maupun keilmuan statistik dan hal-hal yang membuka wawasan lainnya bisa menghubungi melalui nomor Hp: 085646106081 atau email: nazmatuz.zahiroh@gmail.com.